



RÅD FOR TOBISFISKERIET I NORSK SONE FOR 2022

Tobistokt i Nordsjøen 27. april-12. mai 2022

Forfatter(e): Espen Johnsen (HI)
Toktleder(e): Espen Johnsen (HI)

TOKTRAPPORT
Nr.6 2022



Tittel (norsk og engelsk):

Råd for tobisfiskeriet i norsk sone for 2022

Advice for the sandeel fishery in the Norwegian zone of the North Sea

Undertittel (norsk og engelsk):

Tobistokt i Nordsjøen 27. april-12. mai 2022

Sandeel cruise in the North Sea 27 April - 12 May 2022

Rapportserie:

Toktrapport

ISSN:1503-6294

År - Nr.:

2022-6

Dato:

30.05.2022

Forfatter(e):

Espen Johnsen (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Rolf Korneliussen (Økosystemakustikk)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e):

Henning Wehde

Toktleder(e):

Espen Johnsen (HI)

Distribusjon:

Åpen

Toktnr:

2022206

Prosjektnr:

14918

Oppdragsgiver(e):

Havforskningsinstituttet

Program:

Nordsjøen

Forskningsgruppe(r):

Økosystemakustikk

Antall sider:

52

Sammendrag (norsk):

Tobistoktet i 2022 viser at rekrutteringen (ettåringer) av havsil (tobis) i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen er lavere enn middels, men individvekten for disse ettåringene er høyere enn gjennomsnittet i tidsserien og ca. 14% høyere enn i 2021. For de eldre individene er vekten omtrent gjennomsnittlig, og en del høyere enn i fjor. Bestanden har en god geografisk spredning sør for 57°30', mens nord for dette er bestanden kritisk lav. Under toktet har mattilgangen for tobis vært relativt god i de sørlige områdene der tobismagene inneholdt mye hoppekreps og andre dyreplankton. I de mer nordlige områdene var det vesentlig mindre mat i magene.

Bestanden består av mange årsklasser med gode forekomster av eldre individer. Omtrent 43% av biomassen er treåringer, og det er også mye 6 år gammel fisk. Biomassen av tobis i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen er beregnet til å være 256 000 tonn (5%-95% konfidensintervallet er 162 000 - 364 000 tonn).

Mengden tobis på Vikingbanken er meget liten og på nivå med fjoråret. Biomassen ble estimert til kun omtrent 70 tonn, og dette er det laveste estimatet i tidsserien.

De store tobisforekomstene trekker til seg fugl, sjøpattedyr og fisk, og ved godt vær med stille sjø ble det observert vågehval og mange springere på flere tobisbanker. Også i år ble det observert store mengder hyse og hvitling på tobisfeltene.

Sammendrag (engelsk):

The 2022 acoustic-trawl sandeel survey in Norwegian zone of the North Sea shows that the abundance of one year old lesser sandeel recruits is considerable lower than the long-time mean. However, the individual weight of the one-year old individuals are higher than the long-time average and about 14% higher than the mean weight observed in 2021. For the older year-classes the individual weight is about on long-time average, and markedly higher than in 2022. In the areas south of 57°30' the geographical density distribution is good, however, in the northerly areas the density is critical low. The prey availability seems to have been good for the lesser sandeel in the southern areas as their stomach contained a lot of zooplankton, whereas the stomachs were emptier in the northern areas. The stock of lesser sandeel consists of many year-classes, with relatively high abundance of older individuals. About 43% of the total stock biomass consisted of three year old fish, and the biomass of 6 year old fish is also high. The biomass of lesser sandeel was estimated to be 256 000 ton (5%-95% confidence interval: 162 000 - 364 000 ton).

The high densities of lesser sandeel attract sea bird, sea mammals and fish, and in periods with calm weather we observed minke whales and many white-beaked dolphins on the sandeel grounds. As last year, we also observed high densities of whiting and haddock on the sandeel grounds.

The abundance of lesser sandeel is still critical low, and estimated to be as low as 70 tons, which is the lowest estimate in the survey time series that started in 2009.

Innhold

1	Prognose og foreløpig råd for 2022	5
2	Endelig råd for 2022	6
3	Formålet med toktet	7
4	For endelig råd i 2022 er følgende spørsmål vurdert:	8
5	Forvaltningsmodell for tobis	9
6	Høstingsregel	11
7	Toktmetodikk	12
8	Resultat	17
8.1	Forvaltningsområde 1-4	17
8.1.1	<i>Biomasse</i>	17
8.1.2	<i>Geografisk fordeling</i>	19
8.1.3	<i>Alders- og lengdefordeling</i>	33
8.1.4	<i>Vekst</i>	38
8.1.5	<i>Rekrutteringen</i>	40
8.2	Forvaltningsområde 5 - Vikingbanken	41
9	Diskusjon	43
10	Takk	44
11	Referanser	45
12	Vedlegg 1 - Forvaltningsområder versjon 2020	46
12.1	12.1 - Forvaltningsområde 1	46
12.1.1	<i>Underområde 1a. Inner Shoal sør.</i>	46
12.1.2	<i>Underområde 1c. Inner Shoal midt. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 1.</i>	46
12.1.3	<i>12.1.3 - Underområde 1b. Inner Shoal nord.</i>	46
12.2	Forvaltningsområde 2	46
12.2.1	<i>12.2.1 - Underområde 2a. Outer Shoal sør, Snurreplassen, Triangel.</i>	46
12.2.2	<i>12.2.2 - Underområde 2c. Outer Shoal midt, Snuplassen. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 2.</i>	46
12.2.3	<i>Underområde 2b. Outer Shoal nord, Karusellen, Hardangerviden</i>	46
12.3	12.3 - Forvaltningsområde 3	46
12.3.1	<i>Underområde 3a. Vestbanken vest, Korridoren, Diana.</i>	46
12.3.2	<i>Underområde 3c. Vestbanken sentral, Falittene. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 3.</i>	46
12.3.3	<i>Underområde 3b; Vestbanken øst.</i>	46
12.4	12.4 - Forvaltningsområde 4	47
12.4.1	<i>Underområde 4a. Albjørn og Engelsk Klondyke Sør.</i>	47
12.4.2	<i>Underområde 4b. Lingbanken, Kadaveret, Minefeltet, Østbanken og Engelsk Klondyke Nord.</i>	47
12.5	12.5 - Forvaltningsområde 5	47
12.5.1	<i>Underområde 5a. Vikingbanken sør.</i>	47
12.5.2	<i>Underområde 5b. Vikingbanken nord.</i>	47
12.5.3	<i>Underområde 5c. Vikingbanken sentralt. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 5.</i>	47
13	Vedlegg 2. Norwegian spatial management plan	48

1 - Prognose og foreløpig råd for 2022

Det foreløpige rådet for 2022 var på 60 000 tonn (Tabell 1). Rådet var basert på en prognose av biomassen av rekruttering av ettåringer, og av to år og eldre individer, der det er inkludert en usikkerhetsbuffer for å unngå et for optimistiske bestandsanslag og for høyt kvoteråd (se Johnsen 2022 for detaljer).

2 - Endelig råd for 2022

For det endelige kvoterådet for forvaltningsområdene 1-4 legger Havforskningsinstituttet til grunn en høstingsgrad på 0,4 av 40-persentilen av biomasseestimatet fra årets tokt. På dette grunnlaget tilrår Havforskningsinstituttet at årets tobiskvote settes til 95 000 tonn. Det anbefales også at område 4 stenges for tobisfiske i 2022 da bestanden her vurderes til å være kritisk lav. Anbefalingen er at underområdene 1a, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c forblir åpne for tobisfiske i perioden 15. april – 23. juni.

Havforskningsinstituttet tilrår også at område 5 forblir stengt grunnet en kritisk lav biomasse av tobis på Vikingbanken.

3 - Formålet med toktet

I perioden 27. april - 12. mai 2022 har Havforskningsinstituttet gjennomført et akustisk tokt med FF «Johan Hjørt» på tobisfeltene i sørlig del av norske sone i Nordsjøen. FF «Kristine Bonnevie» dekket tobisområdet på Vikingbanken 8. mai. Disse undersøkelsene gir oppdatert kunnskap om bestandsstørrelse, aldersfordeling og geografisk utbredelse av tobisbestanden. Spesielt viktig er det å få et godt mål på rekrutteringen (ettåringene) for å kunne beregne den totale bestandsstørrelsen siden ettåringer ofte utgjør hoveddelen av den fiskbare bestanden. Resultatene fra årets tokt sammenlignes med prognosen som ga grunnlag for det foreløpige rådet, og med resultat fra tidligere akustiske tokt. I kombinasjon med kartlegging av mengde- og alderssammensetningen i kommersielle fangster danner dette grunnlaget for et endelig tobisråd for 2022 i norsk økonomisk sone (NØS).

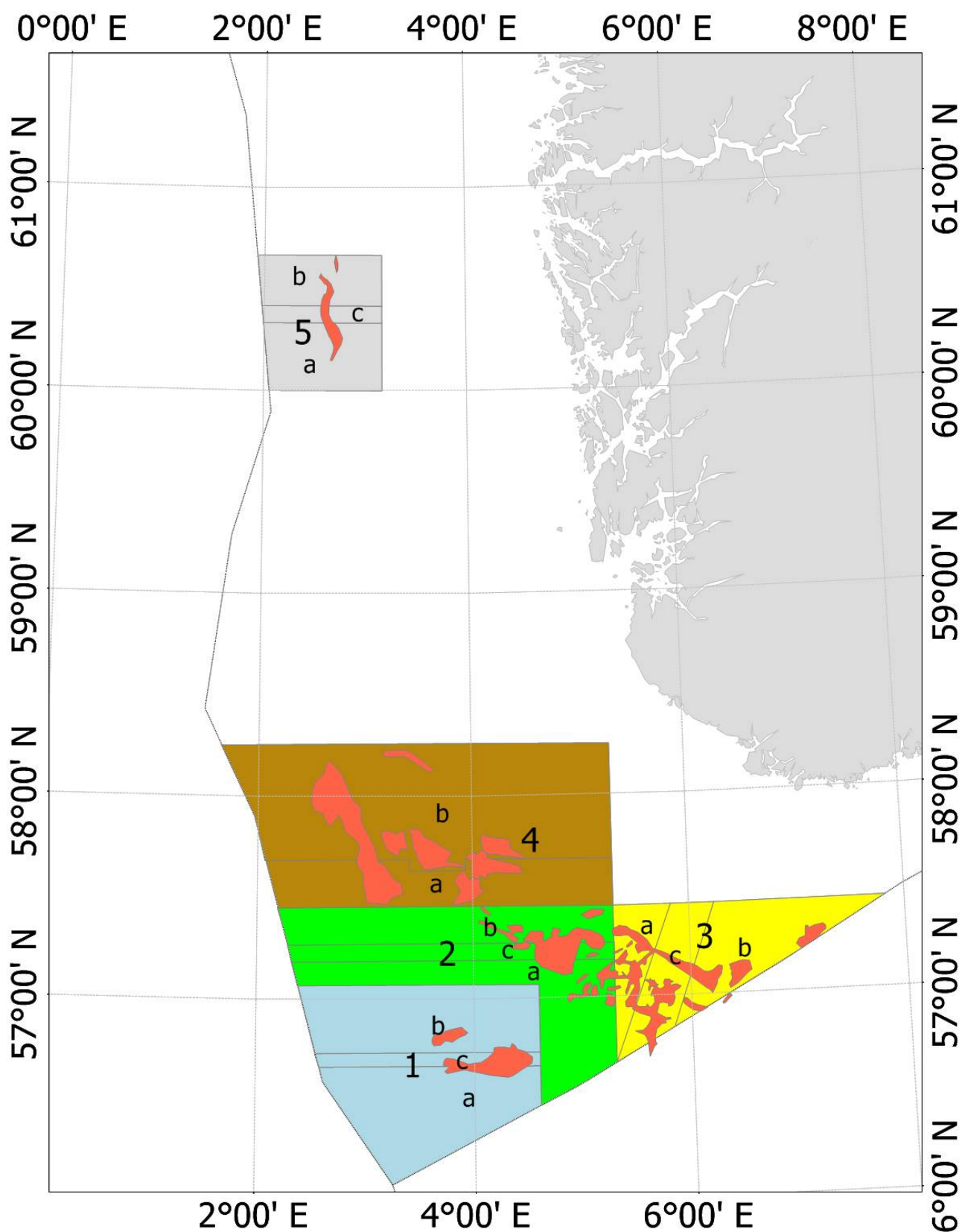
4 - For endelig råd i 2022 er følgende spørsmål vurdert:

- Er det grunnlag for å øke totalkvoten av tobis utover den foreløpige kvoten på 60 000 tonn i norsk økonomisk sone?
- Er det grunnlag for å stenge noen av de åpne områdene?
- Er det grunnlag for å åpne opp for regulært fiskeri i forvaltningsområde 5 (Vikingbanken)?

5 - Forvaltningsmodell for tobis

Etter en prøvefase i 2010 innførte Norge i 2011 en områdebasert forvaltning av tobis i NØS av Nordsjøen. Hovedmålet med planen er å bygge opp gytebiomassen av tobis på alle historisk viktige tobisfelt i NØS. Dette vil igjen øke rekrutteringspotensialet for denne nøkkelarten i økosystemet og øke mattilgangen for arter i Nordsjøen som beiter på tobislarver og eldre tobis, og sikre et langsiktig bærekraftig tobisfiske.

Forvaltningsmodellen ble evaluert av Fiskeridirektoratet, HI og fiskerinæringen i 2014, i 2016 og igjen i 2020. Alle evalueringene har konkludert med at modellen fungerer etter hensikten, og med en stadig bedring i bestandsovervåking og i datagrunnlaget for fastsettelse av kvoteråd har det vært mulig å utvide størrelsen på de åpne områdene. Områdeinndelingene gjeldende fra 2020 er vist i Figur 1, og posisjonene per område er presentert i Vedlegg 1. Tidligere områdeinndelinger og detaljer knyttet til forvaltningsmodellen er vist i Vedlegg 2.



Figur 1 Forvaltningsområdene i norsk sone (Områdeinndelingen er gyldig fra 2020). De røde feltene inni forvaltningsområdene viser de viktigste tobisfeltene.

6 - Høstingsregel

Gjennomsnittlig årlig høstingsgrad (definert som landet kvantum i vekt dividert med estimert biomasse fra det akustiske toktet) har vært omtrent 0,4 for perioden 2010 til 2021. En slik høstingsrate synes å gi en langsiktig balanse mellom overlevelse av tobis og et stabilt godt fiskeri.

$$kvote = B_{40est,1+} \cdot hr$$

der hr er høstingsgraden (0,4) og $B_{40est,1+}$ er 40-persentilen av biomasseestimat av ett år og eldre tobis i forvaltningsområdene 1-4. Ved å bruke 40-persentilen istedenfor gjennomsnittsverdien eller medianen tar man høyde for usikkerheten i biomasse-estimatet (mindre usikkerhet tillater høyere kvoteråd og omvendt).

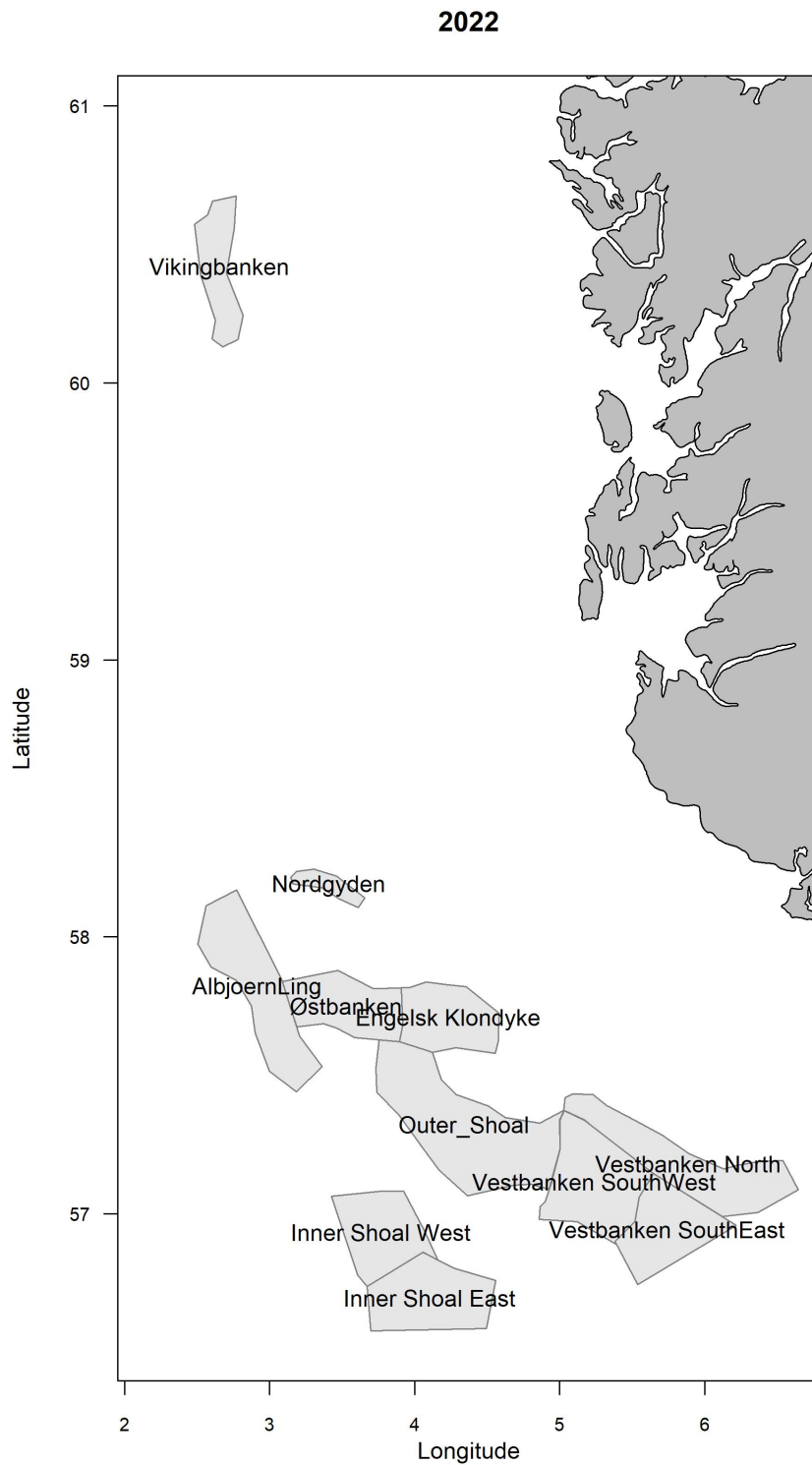
Tabell 1. Kvoteråd og landinger for 2010-2022 i norsk økonomisk sone. Se vedlegg for å se områdekart for periode 2011-2019, og Figur 1 for områdekart for 2020-2022.

År	Foreløpig råd		Endelig råd i mai	
	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder
2010	20 000	1b, 2b, 3b	50 000	1b, 2b, 3b
2011	60 000	1a, 2a, 3a	90 000	1a, 2a, 3a
2012	40 000	1b, 2b, 3b	40 000	1b, 2b, 3b
2013	20 000	3a	20 000	3a
2014	15 000	3b, 3c	90 000	2a, 3b, 3c, 4b
2015	100 000	2b, 3b, 3a	100 000	1b, 2b, 3a, 3b, 4a
2016	40 000	1b, 2a, 3a, 3b	40 000	1b, 2a, 3a, 3b, 4a
2017	50 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a	120 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a
2018	70 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b	70 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b
2019	55 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	125 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a
2020	70 000	1a, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	250 000	1a, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a
2021	110 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3c, 4b	145 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3c, 4b
2022	60 000	1a, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	95 000	1a, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c

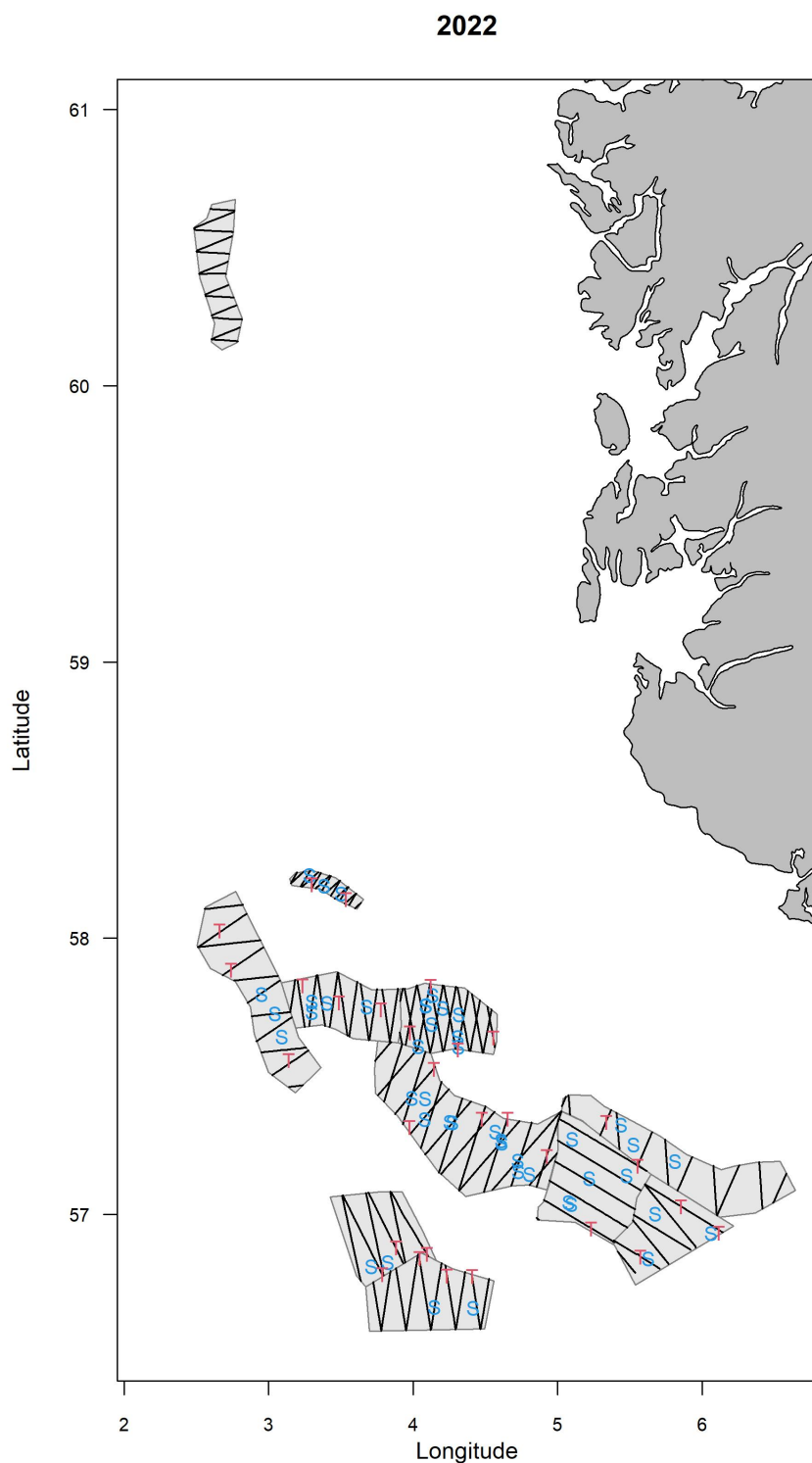
7 - Toktmetodikk

I nært samarbeid med tobisfiskerne er de historisk viktige tobisområdene i norsk sone definert. Disse områdene består i stor grad av sandbunn, med dyp fra 85 m til 120 m på Vikingbanken, og dyp fra 40 m til 95 m i de sørlige områdene. Med ny kunnskap om geografisk fordeling av tobis har noen av toktområdene blitt litt endret mellom tokt. Toktområdene som ble dekket i 2022 er tilnærmet like de som ble dekket i 2020 og 2021, men arealet av Inner Shoal Vest ble økt litt i 2022 ettersom det ble observert en del tobisstimer i ytterkanten av dette området. For hvert toktområde (strata) (Figur 2) blir det brukt et survey-design som enten baserer seg på parallelle eller sikksakk-kurser (Harbitz 2019) med tilfeldig startpunkt (Figur 3). Dette designet tillater beregning av samplingsusikkerheten. Den akustiske kartlegging av kurslinjene gjennomføres mellom klokka 06:45 og 21:30 lokal tid ettersom tobisen gjemmer seg i sanden om natten. Biologisk prøvetaking skjer med bunntål dersom man ser tobisstimer med ekkoloddet. Enkelte ganger brukes også bunntålen uten at det er noen tobisregistreringer. Om natten, og av og til om dagen, bruker man en tobisskrape for å fange tobis som er nedgravd i sanden.

I år er antall toktdøgn er redusert med ca. 20% sammenlignet med tidligere år. Dette har medført noe mindre intensiv dekning av tobisfeltene enn tidligere, men været har vært veldig fint under toktet og kvaliteten på årets tokt vurderes som god. Vikingbanken ble dekket av FF «Kristine Bonnevie» 8. mai. Dessverre hadde ikke FF «Kristine Bonnevie» tobistål tilgjengelig så det ble ikke tatt noen trålhal på Vikingbanken.



Figur 2. Strata (grå polygoner) dekket under tobistoktet 2022. Et toktområde kan dekke flere mindre tobisfelt.



Figur 3 Strata (grå polygoner), akustiske transekt (svarte linjer) og biologiske stasjoner (T= trålstasjoner, S=skrapestasjoner) utført på tobistoktet 2022.

Ekkolodd av type SIMRAD EK80 med frekvensene 18, 38, 120, 200 og 333 kHz blir kjørt med en pingrate på ca. 3 ping per sekund på FF «Johan Hjort». På FF «Kristine Bonnevie» har man ikke 333kHz ekkolodd. Disse dataene blir lastet ned i programvaren Large Scale Survey System (LSSS, Korneliussen et al. 2016) hvor stimenes utbredelse og akustisk frekvensrespons blir undersøkt (Figur 4). Tobis har en karakteristisk frekvensrespons som brukes til å skille den fra andre arter (Figur 4) (Johnsen et al. 2009). Analyserte data blir lagret i en database med en vertikal og

horisontal oppløsning på henholdsvis 10 meter og 0,1 nautisk mil per akustiske kategori.

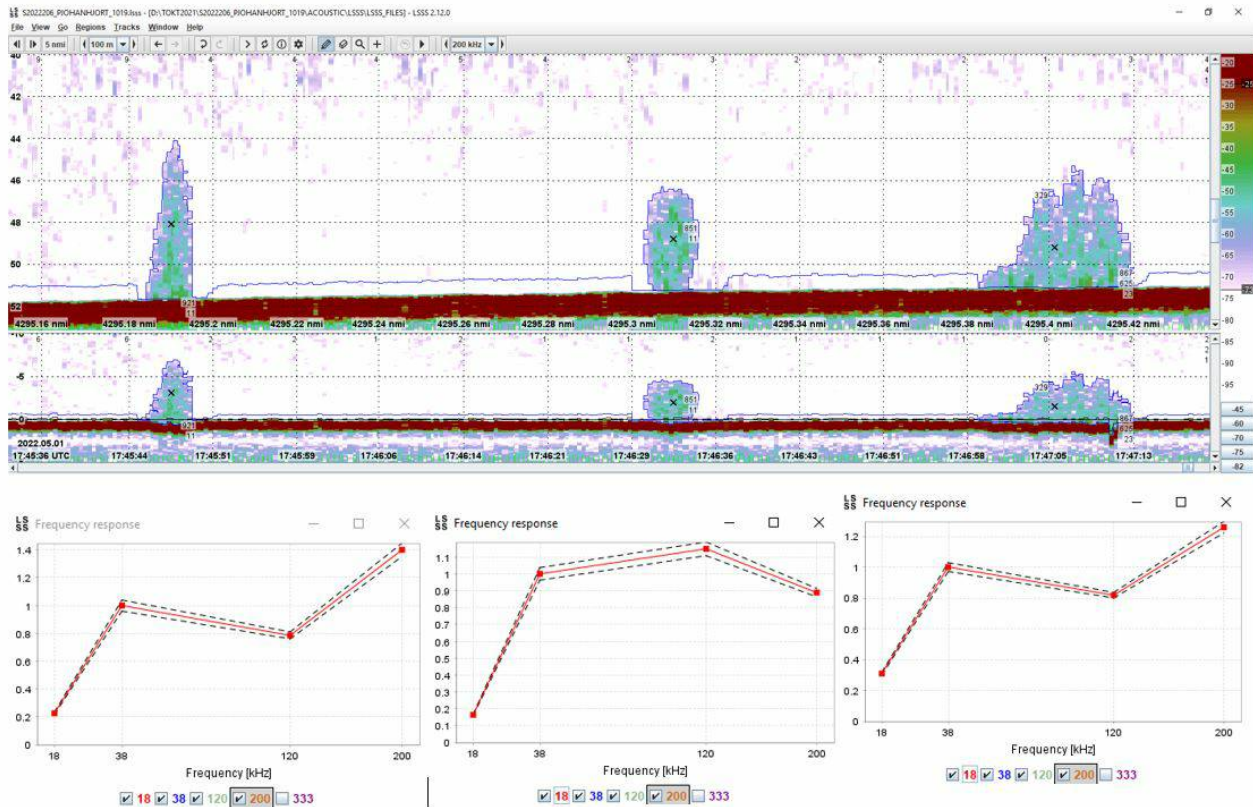


Figure 4. Ekkogram av tobisstimer på tobisfeltet Vestbanken sørøst. Grafene under viser frekvensresponsen per stim.

Den gjennomsnittlige ekkotetthet (tilbakespredningskoeffisient) (NASC) [m^2/nm^2] blir beregnet for hvert toktområde i henhold til standard prosedyre. Antall tobis (N) i hver lengdegruppe (I) i hvert toktområde (i) beregnes som:

$$N_i = \frac{f_i \cdot \hat{S}_i \cdot A_i}{\langle \sigma \rangle}$$

der

$$f_i = \frac{n_i L_i^2}{\sum_{l=1}^m n_l L_l}$$

er det akustiske bidraget av lengdegruppe L_i til den total energien. $\hat{S}$ er gjennomsnittlig ekkotetthet (NASC) [m^2/nm^2], og A er arealet i undersøkt i området [nm^2]. σ er gjennomsnittsekkotet (gjennomsnittlig tilbakespredningstverrsnitt) av en enkelt tobis av en tobis med lengde L_i . Denne er tilbakeregnet til lineær enhet, [m^2] fra dB, som er den vanlige måten å måle ekkostyrke. Målstyrken (TS) er brukt for konverteringen av $\sigma = 4\pi \cdot 10^{(TS/10)}$ for å beregne tilbakespredningstverrsnittet. For 38 kHz på tobis brukes $TS = 20\log L - 93$.

Undersøkelser av lengdefordeling og aldersavlesing av otolitter (ørestein) av individer fanget i trål og skrape gir grunnlag for å beregne aldersstrukturen i bestanden. Konverteringen av antall fisk per lengdegruppe (I) til antall per aldersgruppe beregnes ved å bruke aldersfordelingen fra alle aldersleste individer innen lengdegruppen (I). Tilsvarende beregnes biomassen ved å bruke individuell gjennomsnittsvekt per alders- og lengdegruppe ved hjelp av programvaren StoX (Johnsen et al. 2019). Ved å kombinere de biologiske og akustiske dataene kan man følge utviklingen av årsklassene mellom år. Man kan også beregne årsklassestyrken til rekruttene (ettåringer).

Samplingsusikkerheten for alle disse estimatene beregnes ved hjelp av bootstrapsrutinene i StoX.

På tilsvarende måte som ved andre tokt vil det knytte seg noe usikkerhet til beregningene, og en av utfordringene når det gjelder akustisk mengdemåling av tobis er at andelen tobisindivider som står i sanden kan variere. For å undersøke denne andelen måles mengde tobis i sanden ved hjelp av en skrape på dagtid. Disse undersøkelsene tyder på at det generelt er svært få tobis som står i sanden på dagtid, og derfor ser man bort i fra denne mulige feilkilden i toktestimatene.

Evalueringer viser at kvaliteten på toktestimatene er god, og at toktresultatene avdekker reelle endringer i mengde og geografisk fordeling av tobis. For kvaliteten er det en fordel at tobisbestanden har en begrenset geografisk fordeling slik at toktinnsatsen kan konsentreres. Det er også en fordel at man har fått utviklet akustisk metodikk som identifiserer og skiller tobisstimer fra andre fiskestimer (Johnsen et al. 2009, se Figur 4). Bestandskartlegging og analyser blir gjort per toktområde (Figur 3). For å redusere usikkerheten i toktestimatet blir områder med høy varians og stor tetthet dekket to ganger med noen dagers mellomrom med nye kurslinjer.

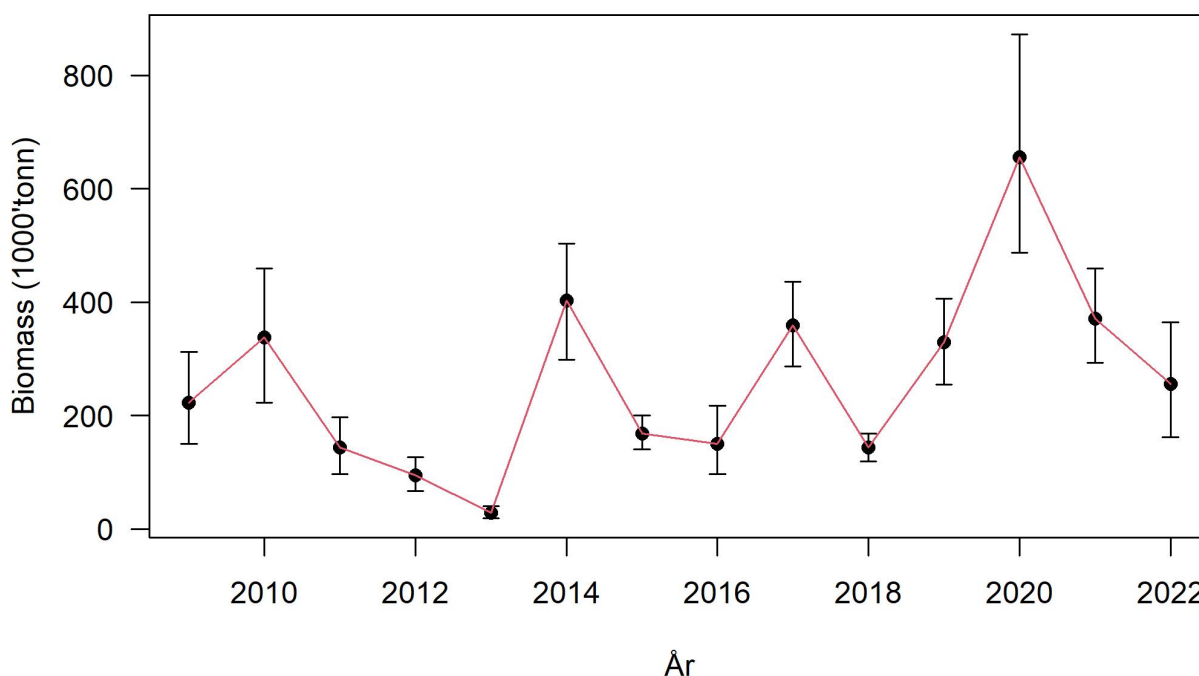
8 - Resultat

8.1 - Forvaltningsområde 1-4

8.1.1 - Biomasse

Den totale biomassen av tobis i 2022 er estimert til 256 000 tonn (5%-95% konfidensintervall er 235 000 – 364 000 tonn). Biomassen er sterkt redusert fra toppåret 2020 og fra 2021 (Figur 5, Tabell 2). Presisjonen av biomasseestimatet er blant de laveste i tidsserien med en relativ standardfeil på 25% (Tabell 2). Tidligere år har denne variert mellom 10% og 25%.

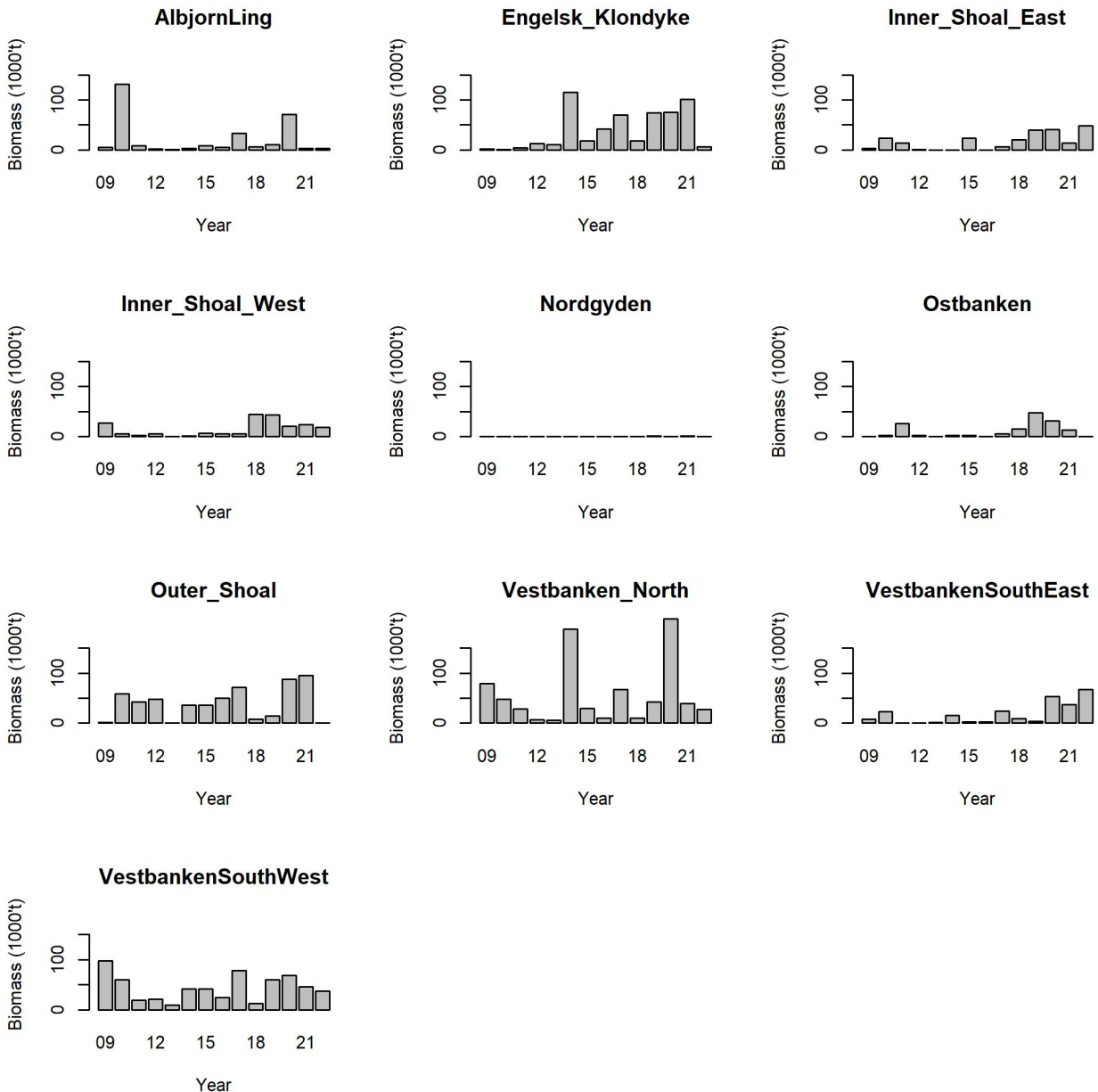
Størst nedgang i biomasse fra 2021 var det på Outer Shoal og Engelsk Klondyke (Figur 6). På Inner Shoal øst East og Vestbanken SouthEast I var biomassen noe høyere i 2022 enn i 2021 (Figur 6).



Figur 5 Estimert biomasse (1000 tonn) vist som sort prikk med konfidensintervall (5-95%) per år for alle strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS (unntatt Nordgyden) per år.

Tabell 2. Biomasse (tonn) av tobis estimert under det akustiske toktet og relativ standardfeil i prosent (RSE). Fordelingen i estimatet er vist som gjennomsnitt og med og 5-, 40-og 95-persentiler. Landing er i tonn, og høstingsgrad er beregnet som "Ton.mean"/"Landing". For 2022* er Landingstallet hentet fra sildelaget.no 12.05.2022. Biomassene er summert for alle toktområder i forvaltningsområdene 1-4 med unntak av Nordgyden, siden dette feltet ikke alltid har vært undersøkt under toktet.

År	Tonn 5%	Tonn 40%	Tonn 95%	Tonn mean	RSE	Landing	Høstingsgrad
2009	150 162	209 492	311 845	223 113	22	0	0,00
2010	222 770	315 009	459 796	337 852	22	50 471	0,15
2011	97 235	132 523	197 421	143 569	22	88 424	0,62
2012	66 957	89 679	126 334	95 132	19	40 889	0,43
2013	18 499	26 871	40 766	28 892	24	9 052	0,31
2014	298 435	387 705	503 276	402 492	16	82 499	0,20
2015	140 046	163 234	199 950	168 577	11	100 858	0,60
2016	96 986	137 549	217 386	150 575	25	40 836	0,27
2017	286 389	346 653	436 194	359 359	12	119 975	0,33
2018	119 587	140 533	168 278	143 786	10	69 531	0,48
2019	254 403	315 252	406 621	329 169	14	123 958	0,38
2020	486 805	622 169	872 605	656 034	18	234 754	0,36
2021	292 914	359 737	459 260	370 960	14	146 442	0,39
2022*	162 020	234 651	364 018	255 788	25	48 420	0,19

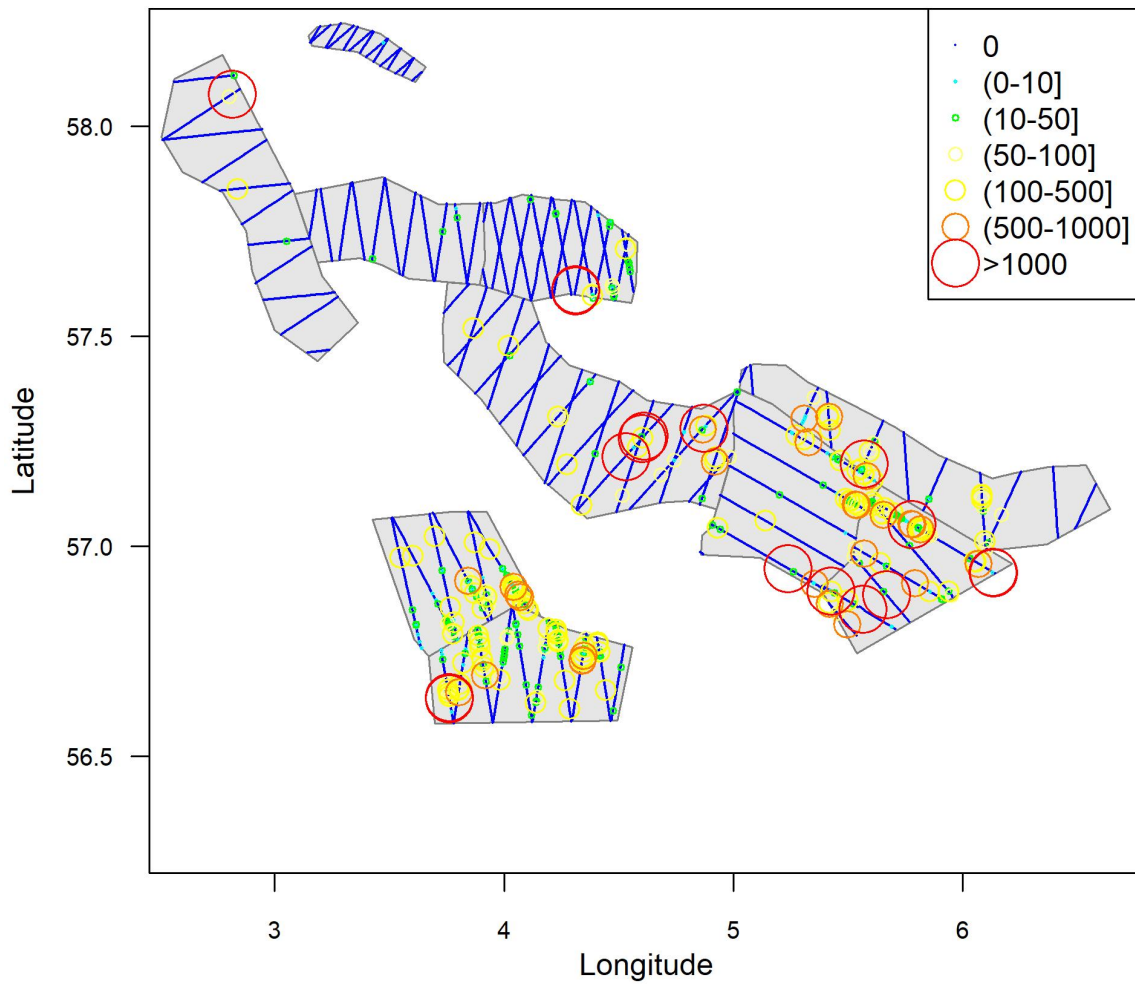


Figur 6. Biomasseestimat per stratum i perioden 2009-2022.

8.1.2 - Geografisk fordeling

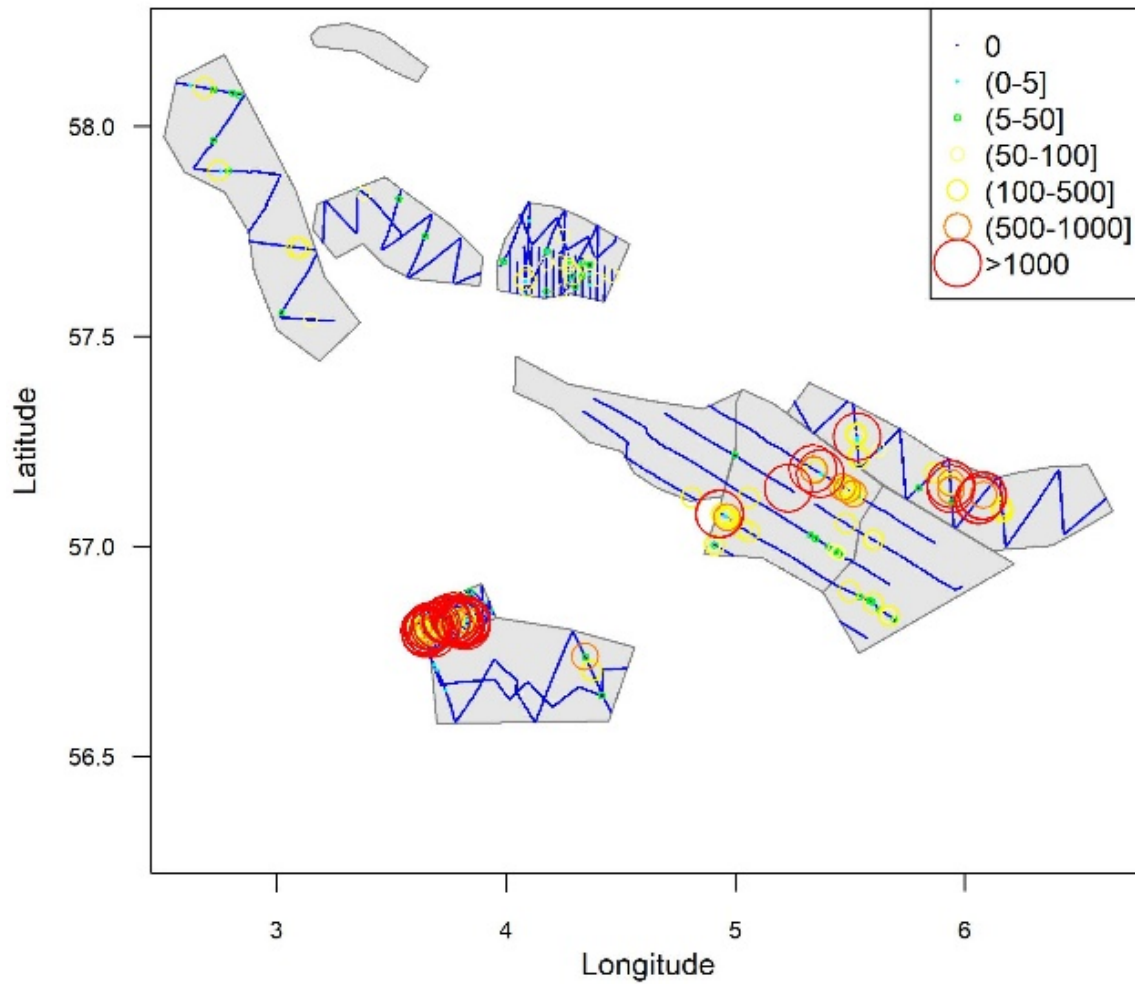
I 2022 er tobisbestanden relativt godt spredt med middels høye tettheter i mange områder i sør (Figur 7), men tettheten er lav nord på Outer Shoal og alle områdene nord for dette. Generelt er spredningen og tetthetene vesentlig lavere enn i rekordåret 2020 og i 2021, og spesielt er tettheten på Engelsk Klondyke svært lav sammenlignet med disse årene (Figur 8). På Østbanken, AlbjørnLing og Nordgyden var det også svært lite tobis (Figur 7). Det ble ikke fanget en eneste tobis på AlbjørnLing på tross av flere trål- og skrapehal (Figur 3).

2022

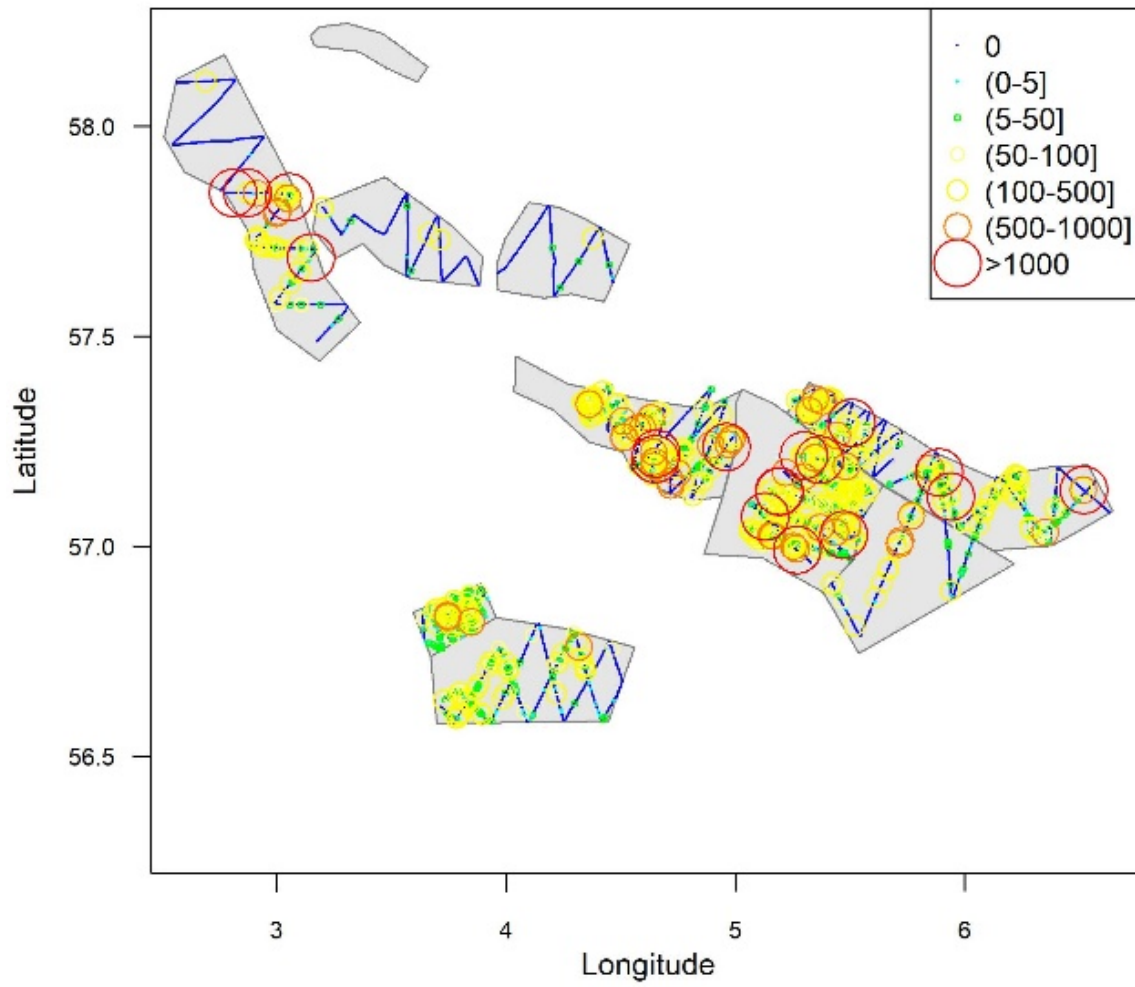


Figur 7 Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for tobistoktet 2022. Størrelsen og fargen på sirklene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdien er angitt som blå prikker.

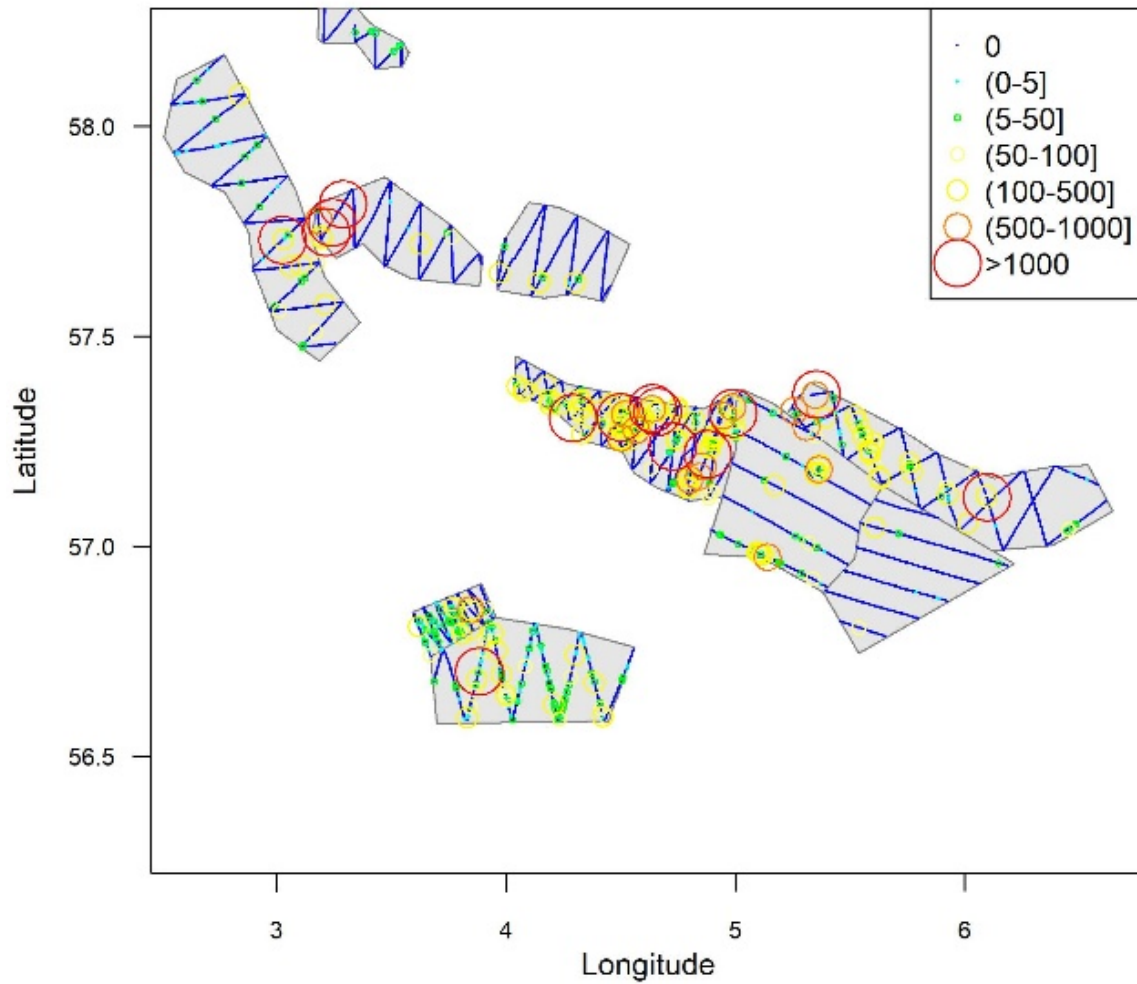
2009



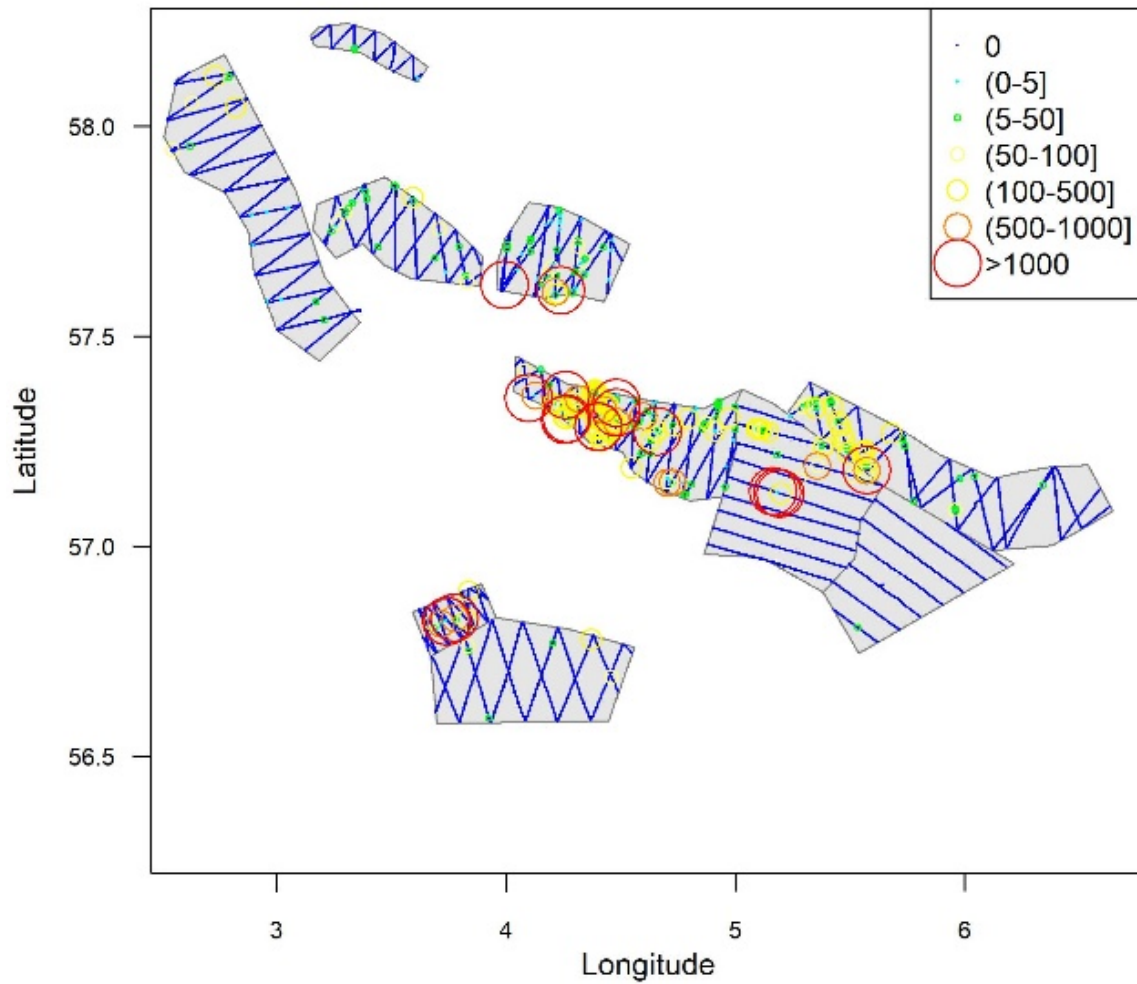
2010



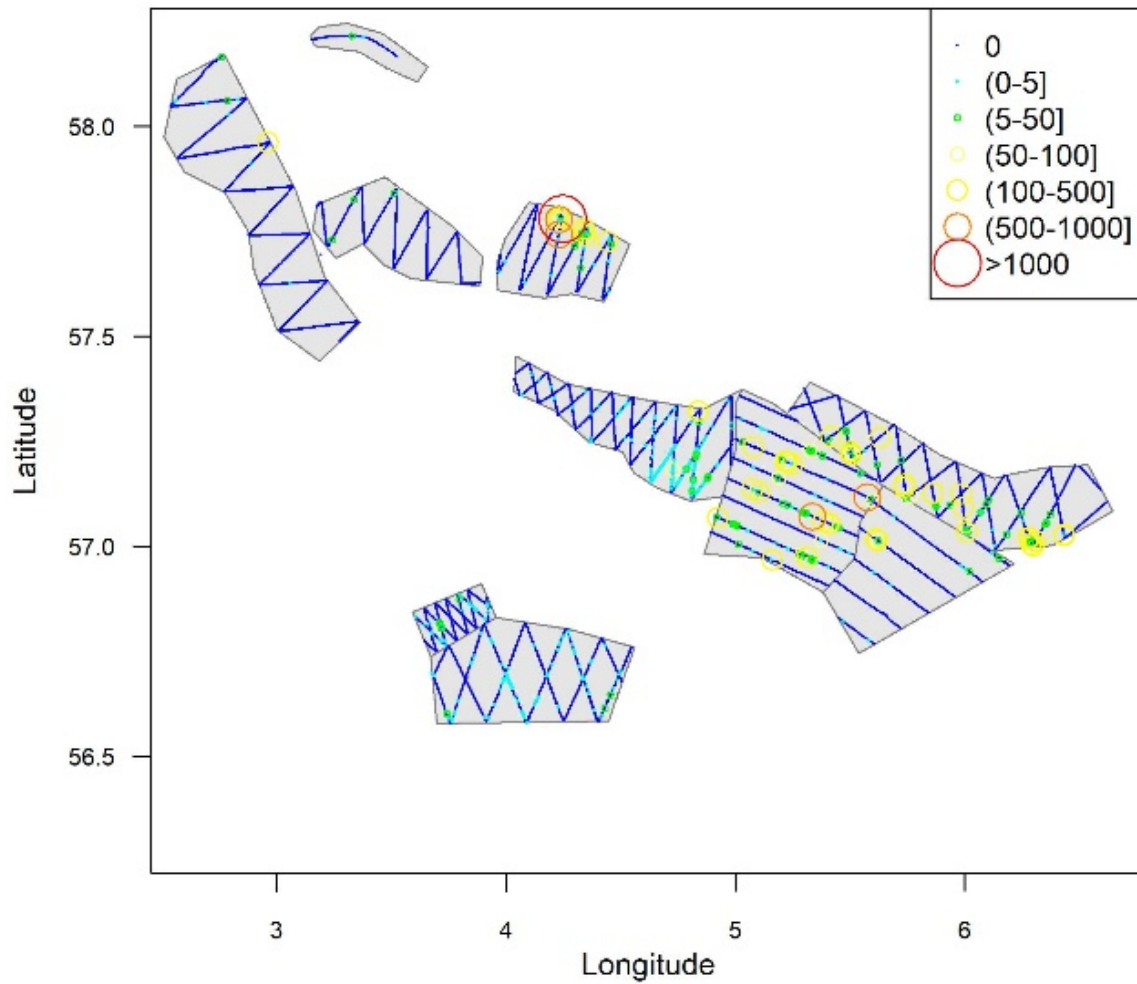
2011



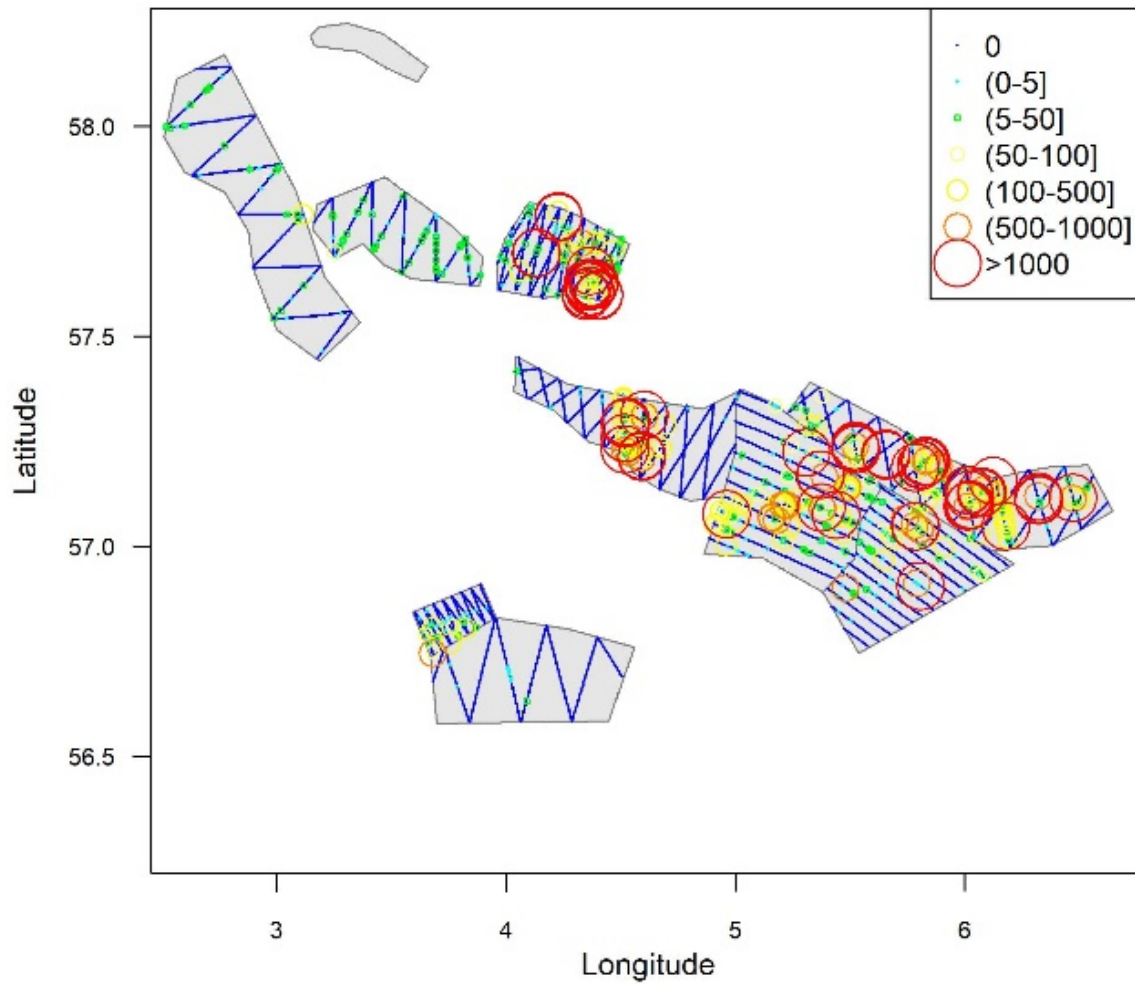
2012



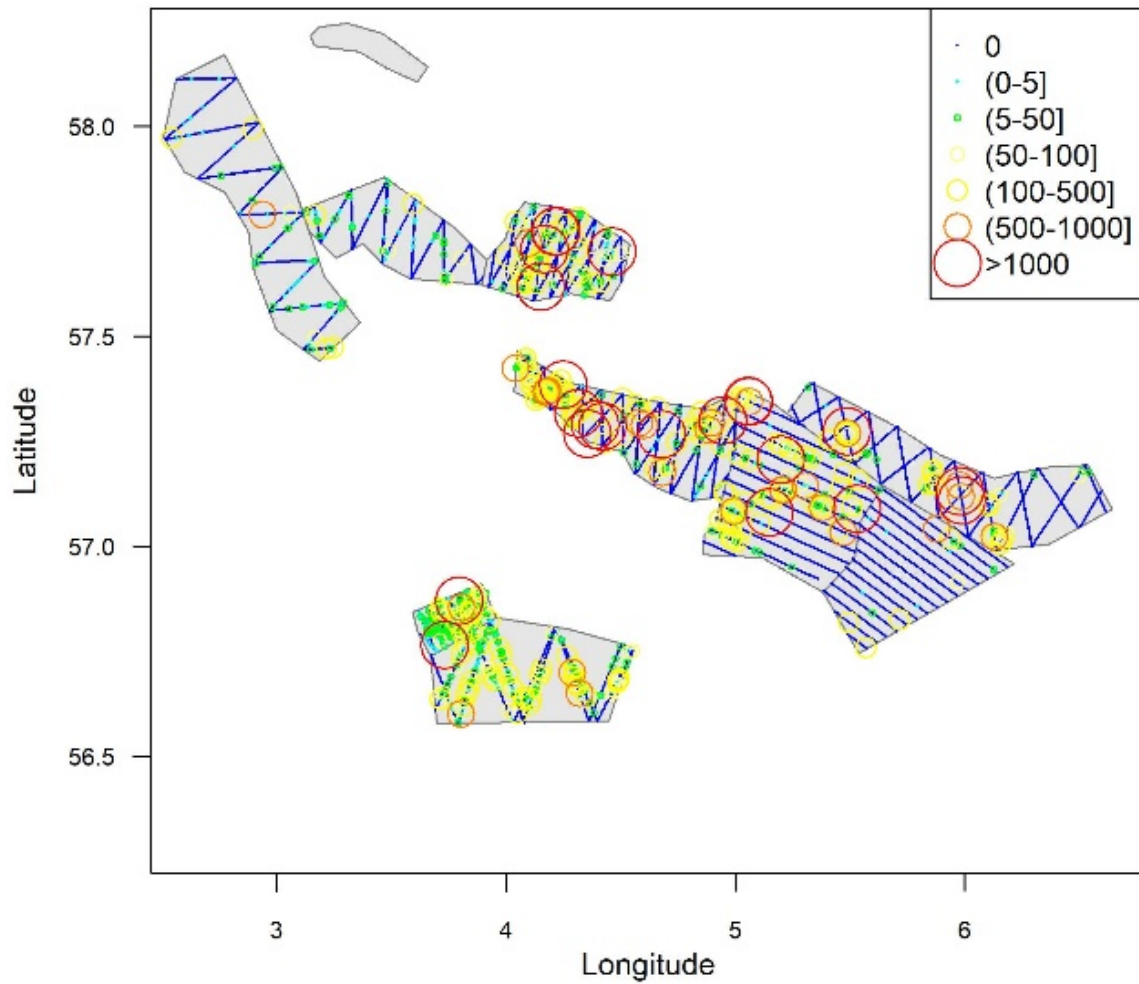
2013



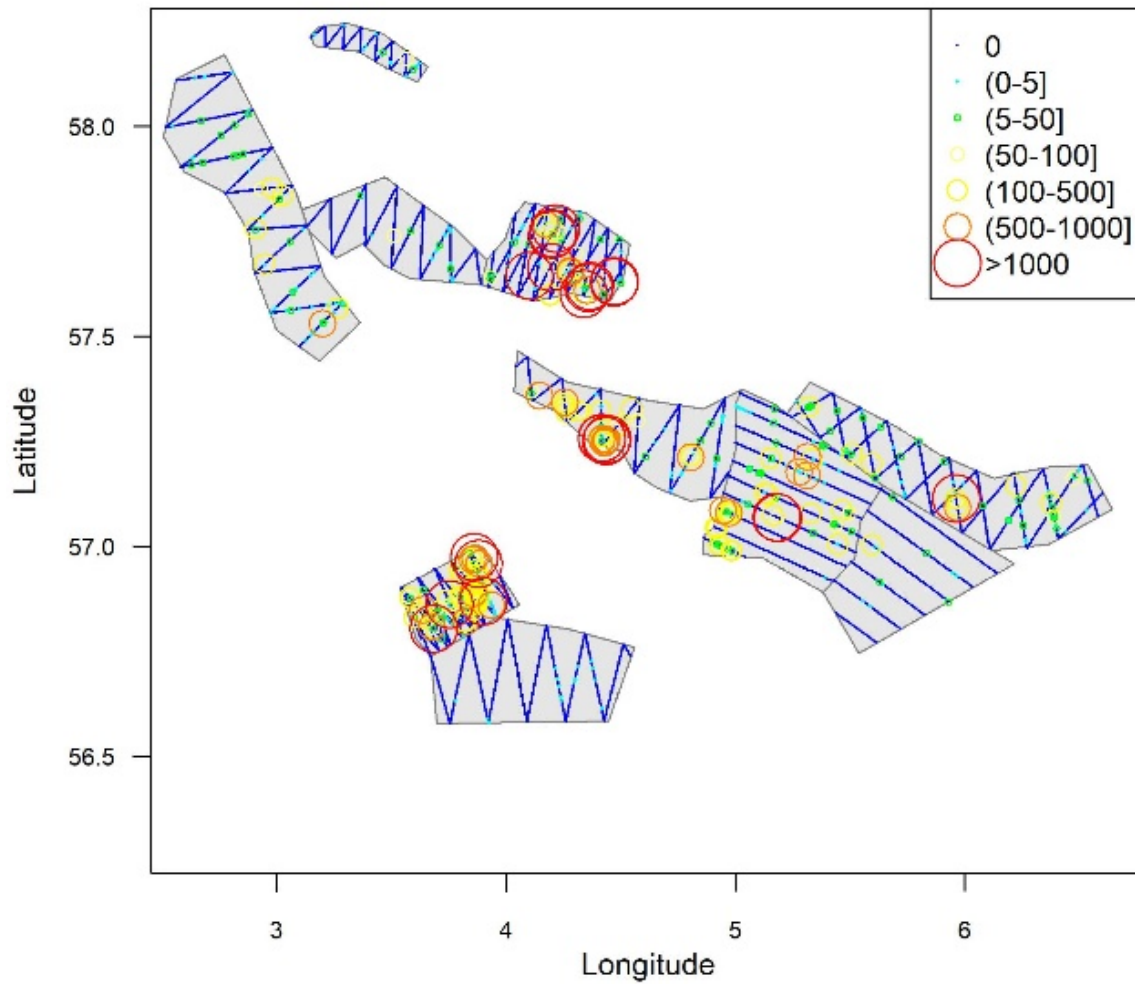
2014



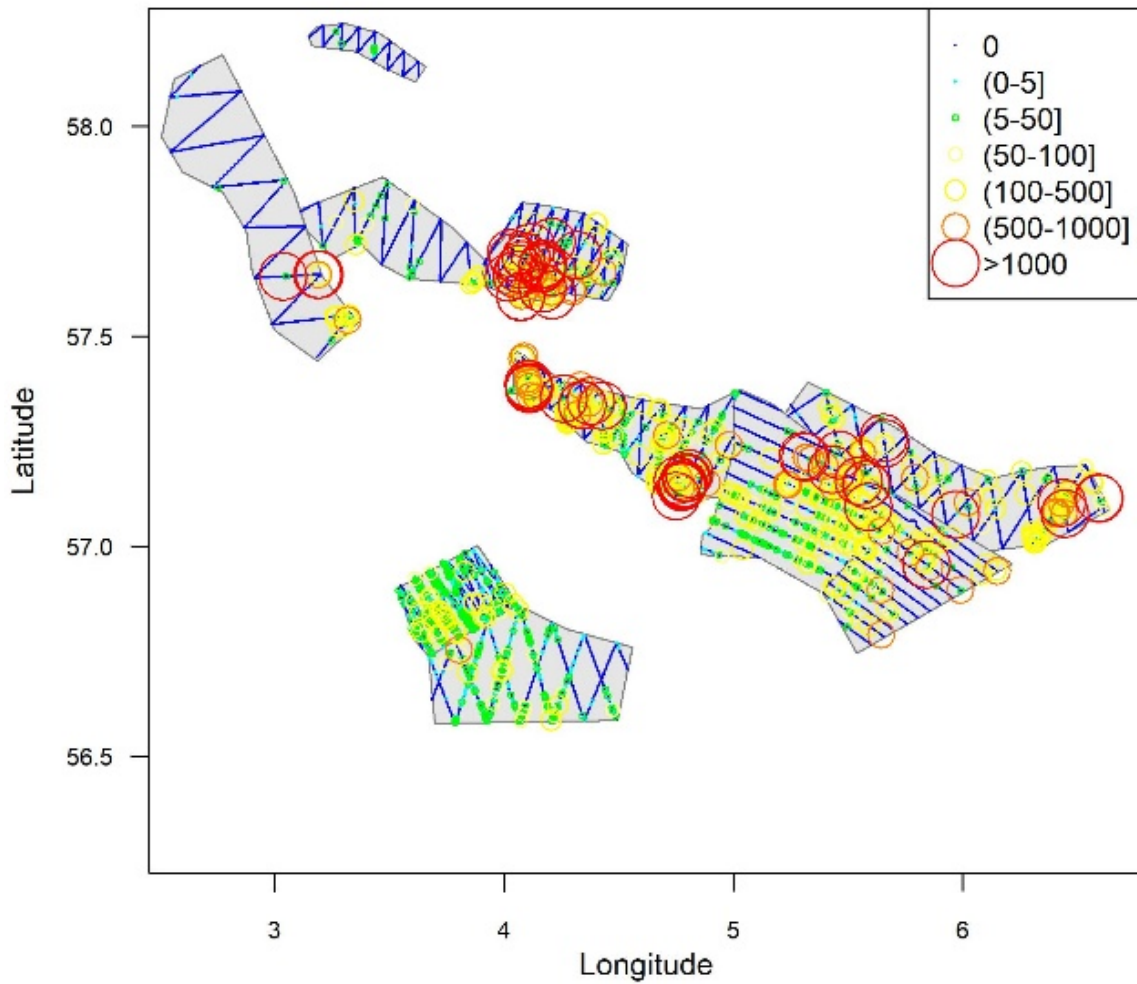
2015



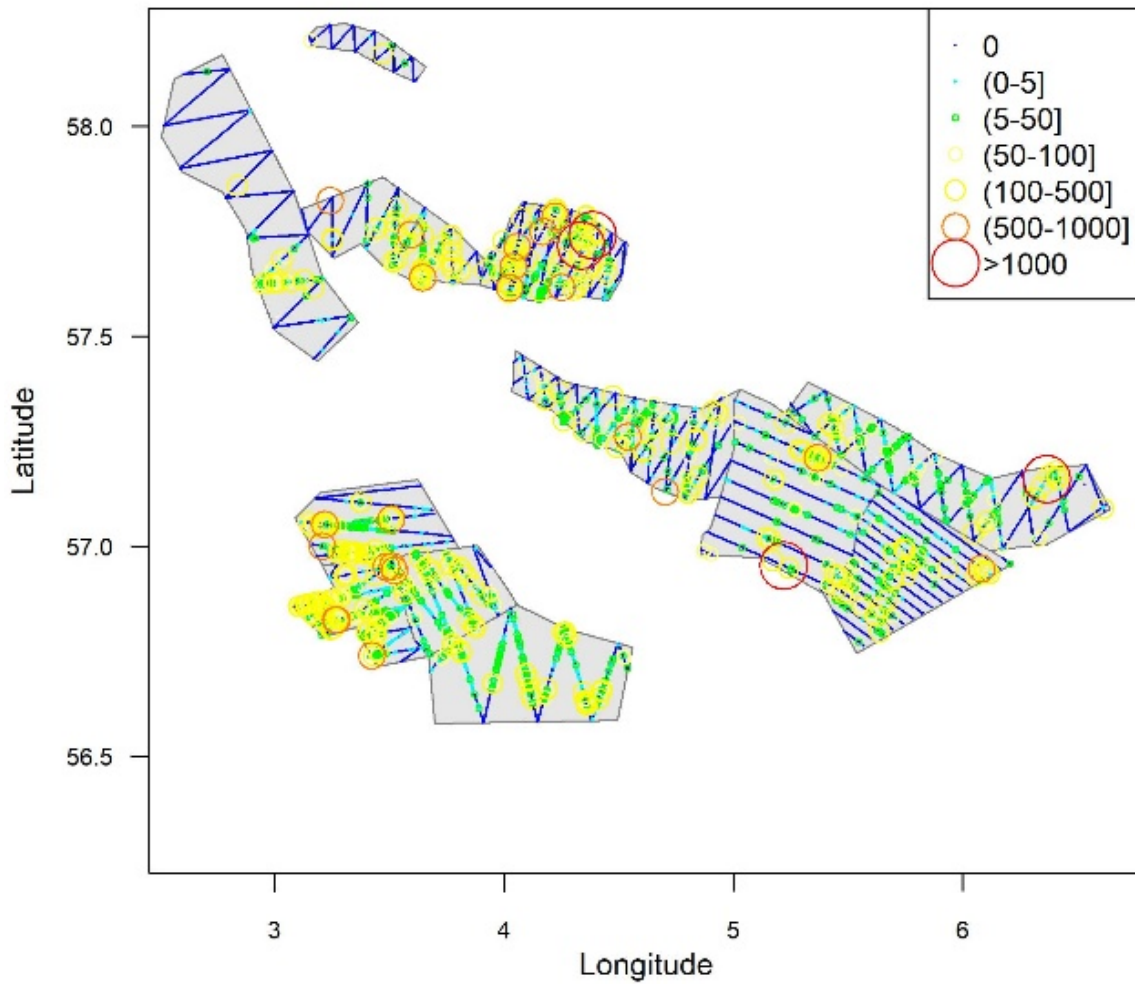
2016



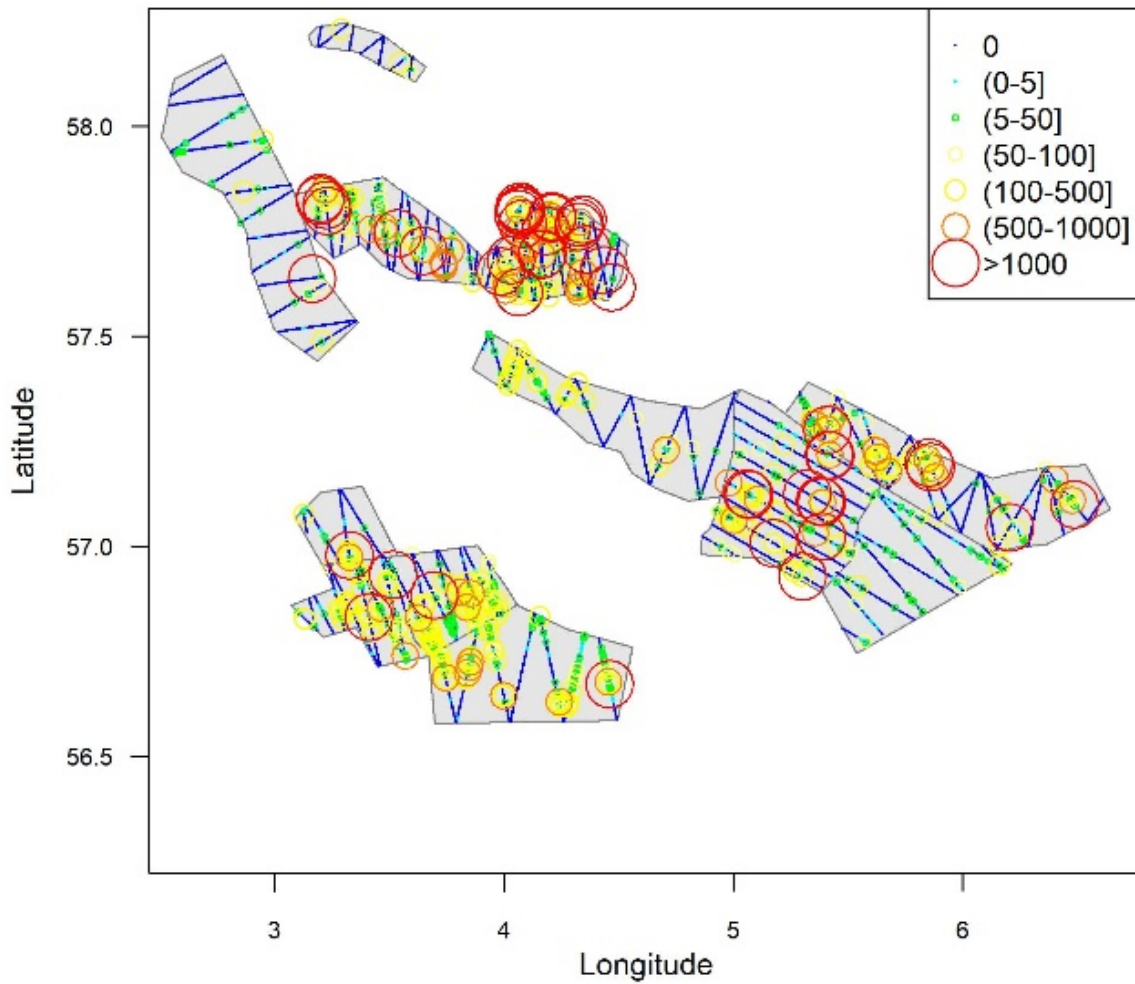
2017



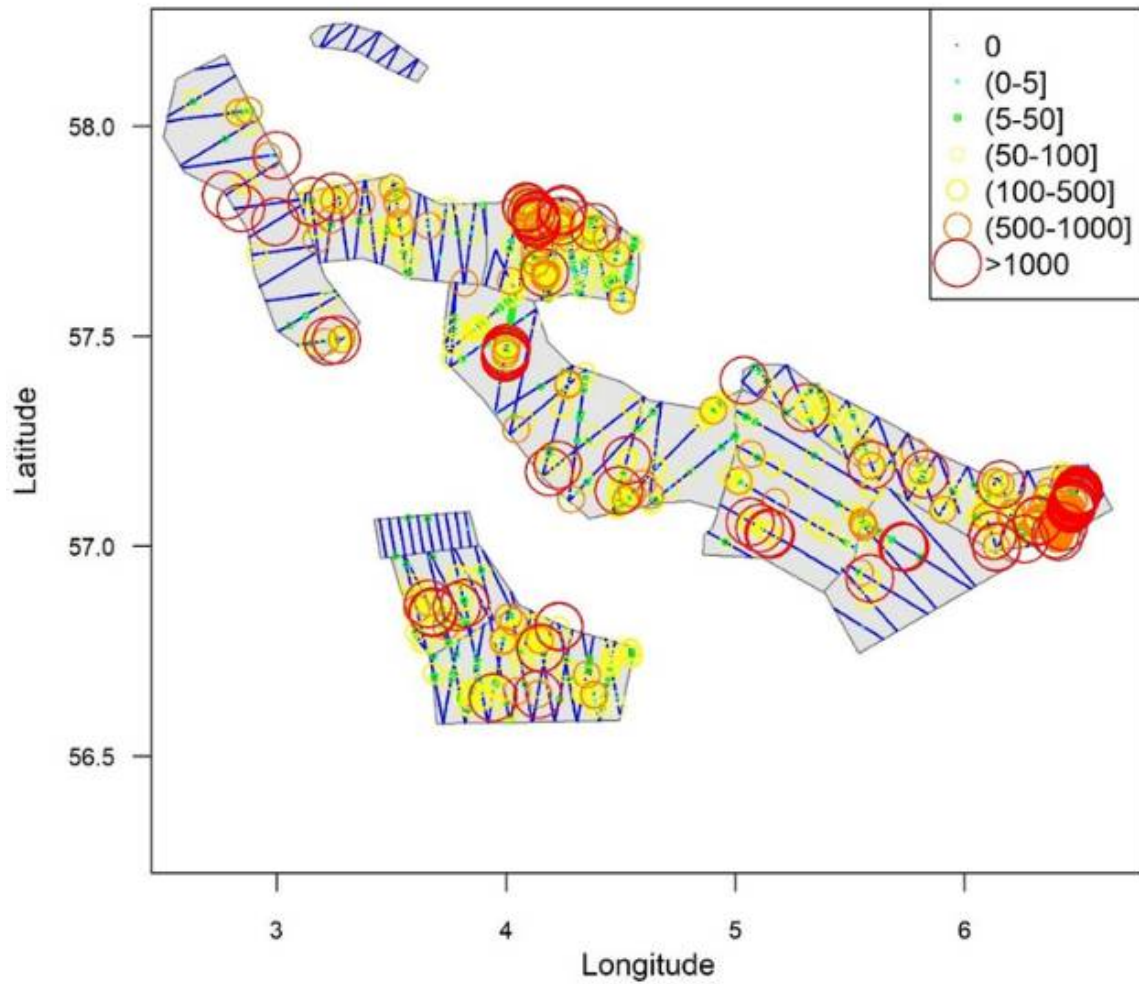
2018



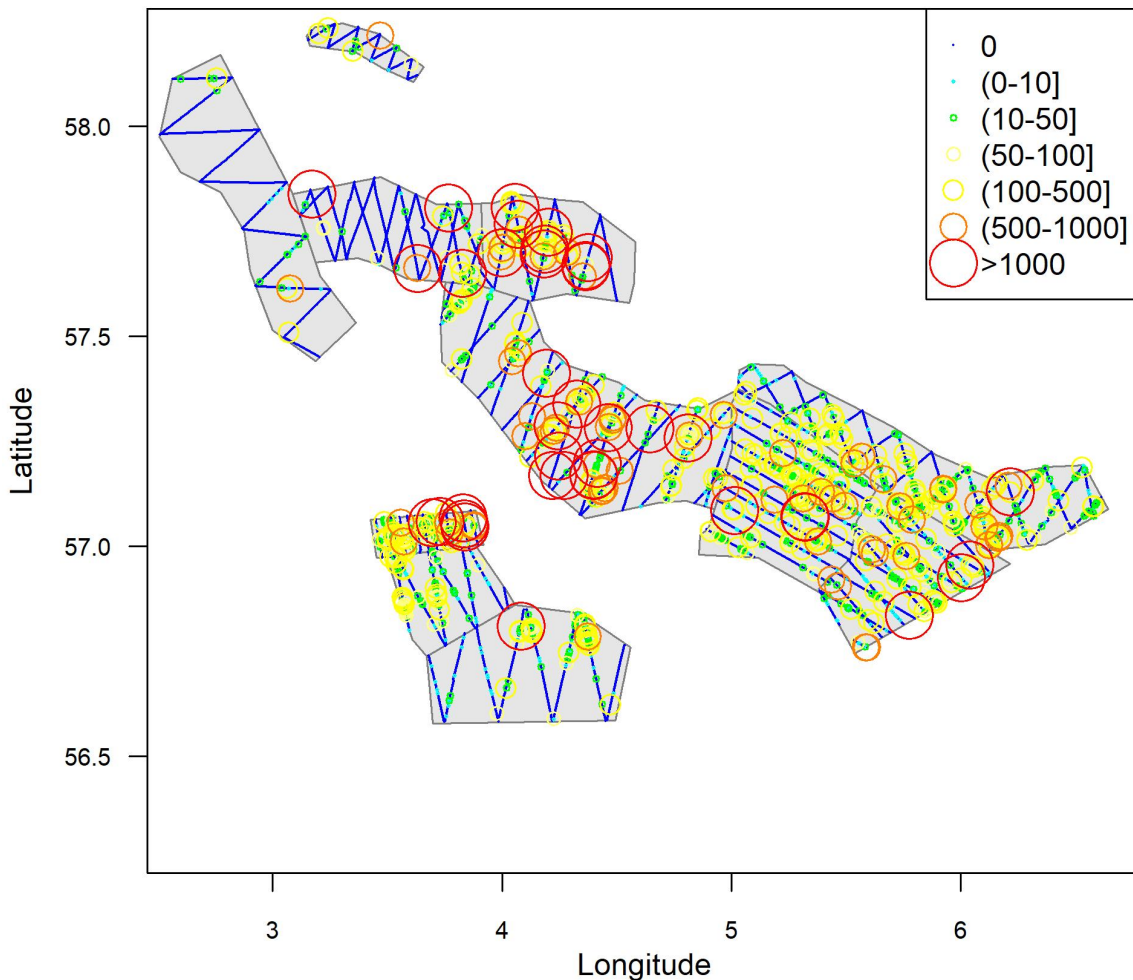
2019



2020



2021



Figur 8 Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for perioden 2009-2021. Størrelsen og fargen på sirklene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdien er angitt som blå prikker.

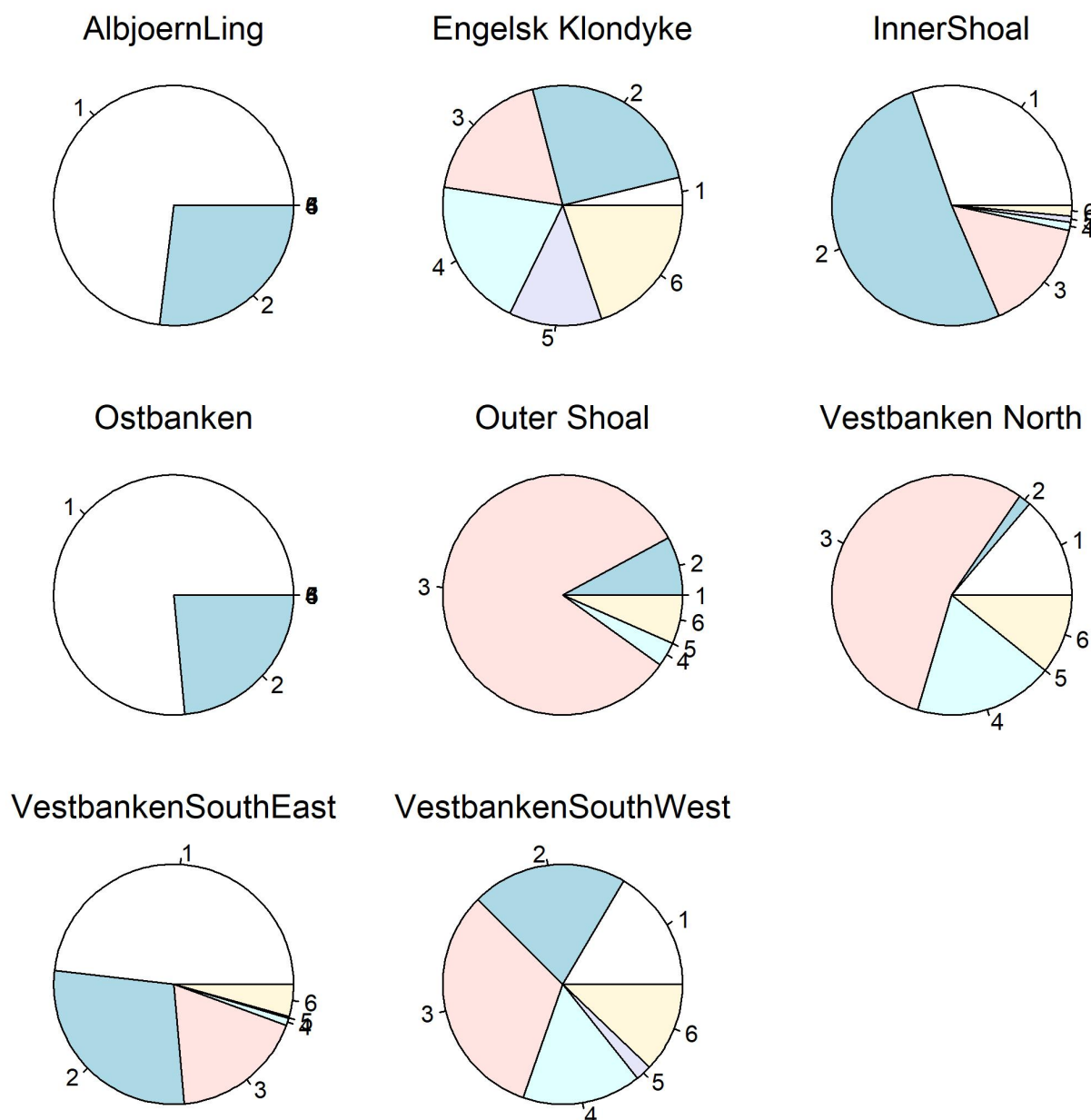
8.1.3 - Alders- og lengdefordeling

Det var omtrent like mange individer av ett-, to- og treåringer med henholdsvis 29%, 27% og 33% av totale antall individer (Tabell 3). I biomasse var denne aldersfordelingen henholdsvis 14%, 23% og 43%. Det var også mange seksåringer, som bidro med 11% av biomassen. Det er bemerkelsesverdig at det finnes så store forekomster av eldre individer på en del felter. På tross av relativt høye kvoter ser det altså ut til at fisketrykket har vært moderat de siste årene siden det er såpass mange gamle individer i bestanden. Aldersfordelingen varierte mellom de ulike områdene som vist i Figur 9, men totalt sett er reduksjonen i antall individer fra 2021 til 2022 relativt jevn for alle årsklassene (Figur 10 og Tabell 3) med en nedgang fra 2021 til 2022 på 50% til 75%.

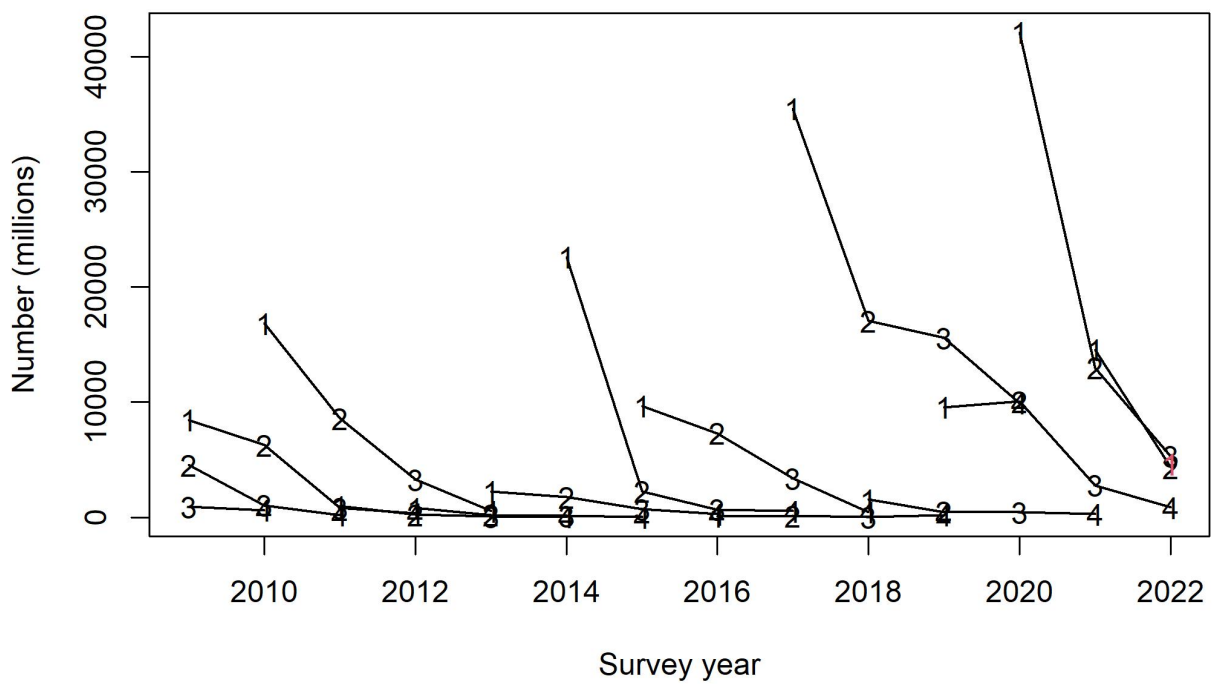
Tabell 3. Antall individer (i millioner) per alder per år. (Kombinert for strata i forvaltnings-områdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden). Alder 6+ er summen for alle aldersgrupper seks år og eldre.

År/Alder	1	2	3	4	5	6+
2009	8452	4535	913	64	10	29
2010	16855	6277	1033	636	70	84
2011	977	8588	816	212	20	28
2012	801	217	3268	336	63	38
2013	2241	211	61	539	61	13
2014	22600	1754	124	50	2393	393
2015	9670	2241	692	7	66	673
2016	98	7310	684	269	15	689
2017	35476	124	3390	544	24	463
2018	1545	17050	30	454	98	71
2019	9565	464	15574	215	493	180
2020	42125	10052	452	9933	86	332
2021	14564	12971	2770	285	3710	177
2022	4653	4343	5297	854	141	942

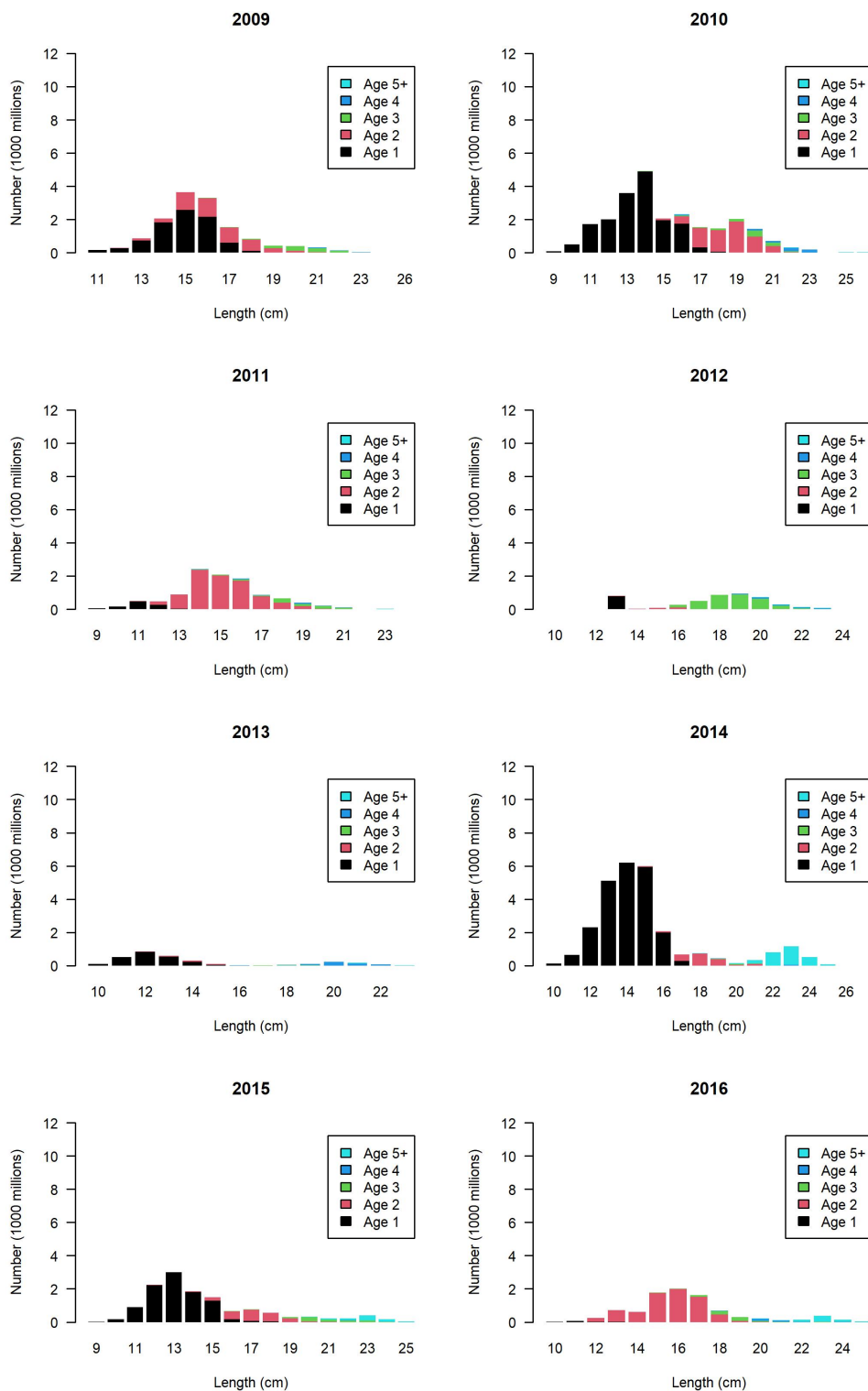
Antall individer fordelt per lengde og alder per tokt er vist i Figur 11. Lengde per aldersgruppe kan ha en stor spredning, og som i fjor er ett år gammel fisk fordelt fra 9 cm til 17 cm (Figur 11).

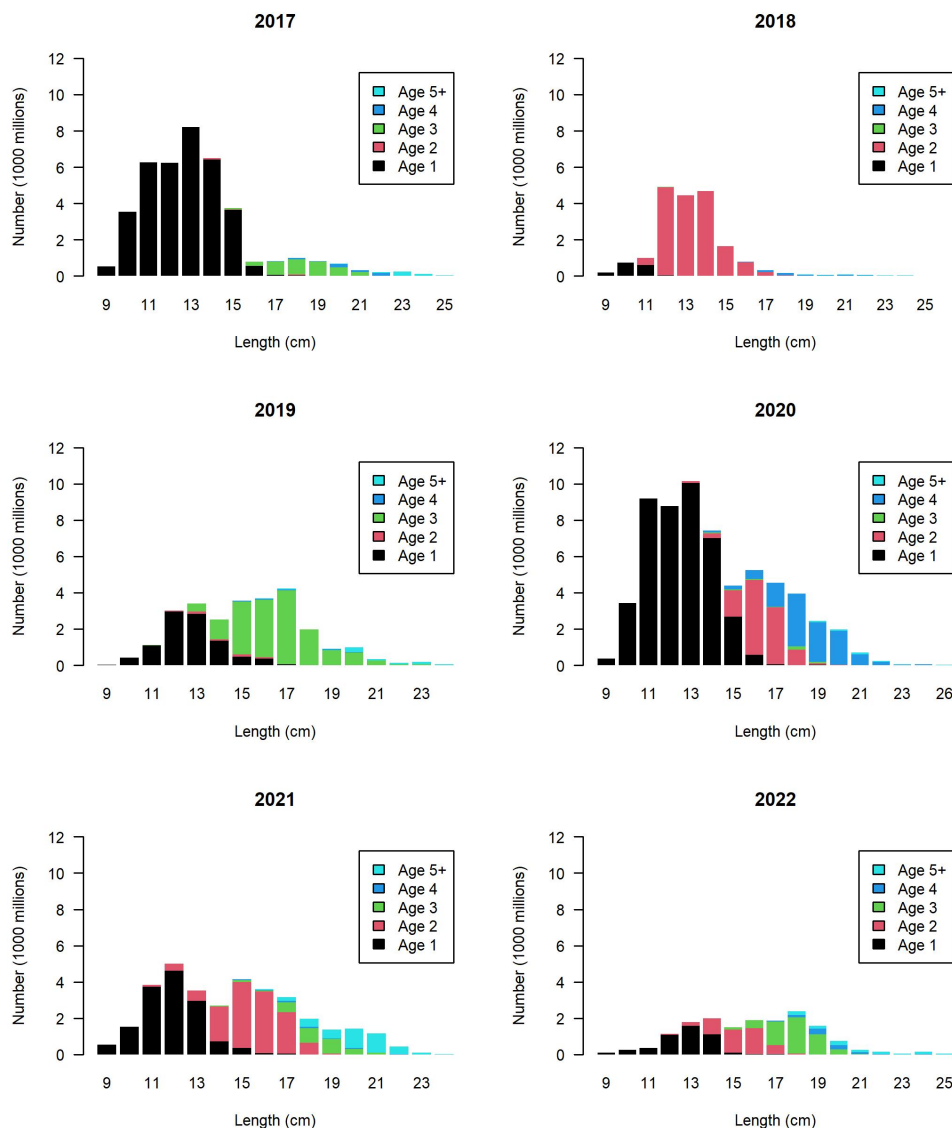


Figur 9 Relativ aldersfordeling (i antall) per stratum. Alder er vist som tall. Inner Shoal viser aldersfordelingen for alle tre Inner Shoal strataene kombinert (se Fig. 3). Alder 6 er summen av alle aldersgrupper seks år og eldre. Merk at på AlbjørnLing så ble det ikke fanget noen tobisindivider, og biologiske prøver er lånt fra Østbanken.



Figur 10 Estimert antall individer (millioner) per årsklasse (linjer) fra alder 1 til alder 4. Tallene i linjene viser alder på fisken. Tallene gjelder for forvaltningsområdene 1-4 i NØS (unntatt Nordgyden). Antall ettåringer i 2022 er indikert med rød skrift.





Figur 11 Estimert antall individer per lengdegruppe, alder og år. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

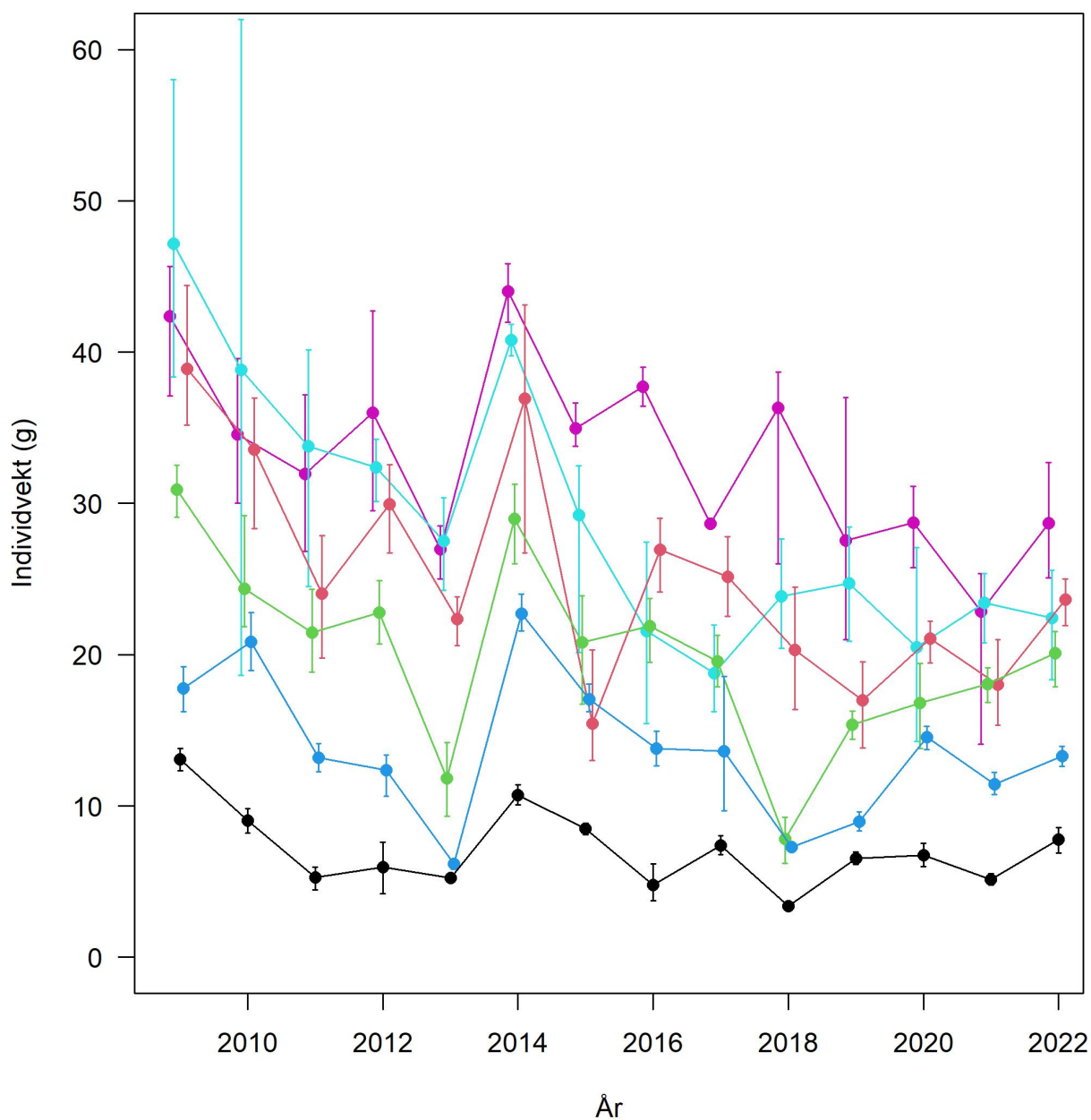
8.1.4 - Vekst

Generelt vokser tobis godt de første årene der individvekten øker i snitt med cirka 107% fra ett til to år, 61% fra to til tre år, 34% fra tre til fire år og 13% fra fire til fem år (Tabell 4, Figur 12). Vekt ved alder kan variere signifikant mellom år for

tobis (Figur 12). I 2022 er vekt ved alder litt 9% over langtidsgjennomsnittet for ettåringen, mens individvekten er omtrent gjennomsnittlig for de eldre årsklassene (Tabell 4).

Tabell 4. Individvekt (gram) per alder per år (kombinert for strata i forvatningsområdene 1-4 imed unntak av Nordgyden). Snitt individvekt er vektet med mengde individer per aldersgruppe per strata. Alder 6+ er snittet for alle aldersgrupper seks år og eldre.

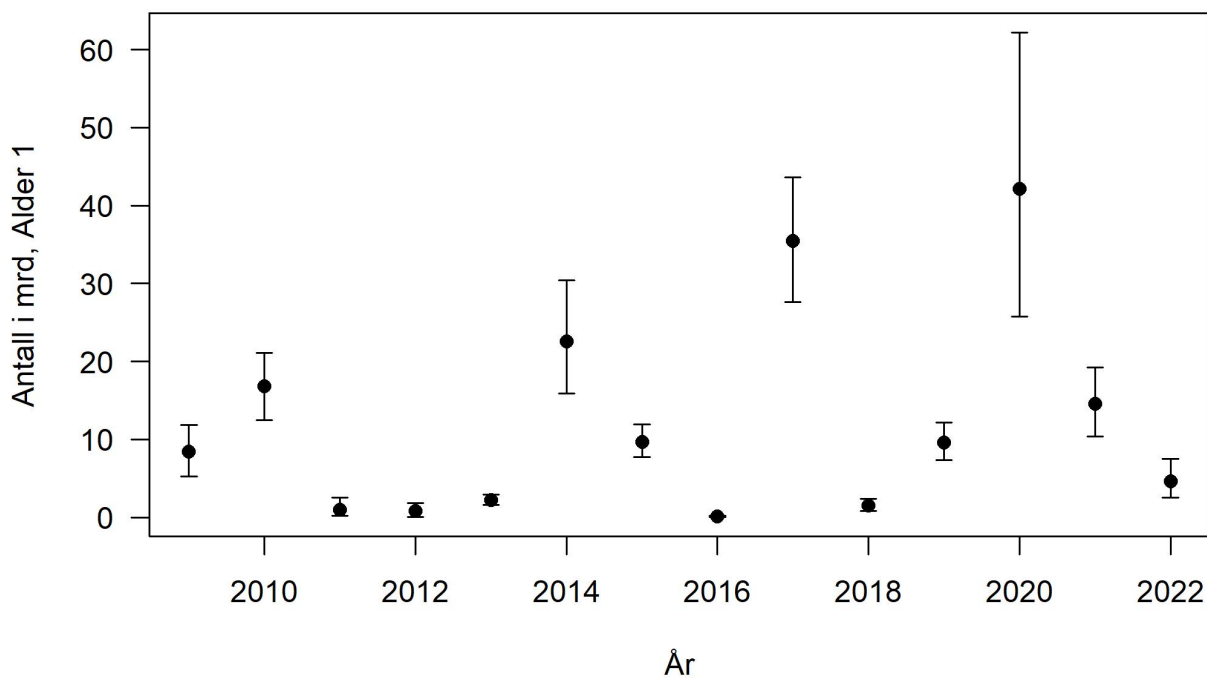
År/Alder	1	2	3	4	5	6+
2009	13,1	17,8	30,9	38,9	47,2	42,4
2010	9,0	20,8	24,3	33,6	38,8	34,6
2011	5,3	13,2	21,5	24,0	33,8	32,0
2012	6,0	12,4	22,8	29,9	32,4	36,0
2013	5,2	6,2	11,8	22,3	27,5	27,0
2014	10,7	22,7	29,0	36,9	40,8	44,0
2015	8,5	17,1	20,8	15,4	29,2	35,0
2016	4,8	13,8	21,9	26,9	21,6	37,7
2017	7,4	13,6	19,5	25,2	18,8	28,7
2018	3,4	7,3	7,8	20,3	23,9	36,3
2019	6,5	9,0	15,4	17,0	24,7	27,5
2020	6,7	14,6	16,8	21,1	20,5	28,7
2021	5,1	11,4	18,1	18,0	23,4	22,9
2022	7,8	13,3	20,1	23,7	22,4	28,7



Figur 12 Individvekt per alder (1=svart, 2=blå, 3=grønn, 4=rød, 5=turkis, 6=lilla) per år med konfidensintervall (5-95%) målt under tobistoktene. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

8.1.5 - Rekrutteringen

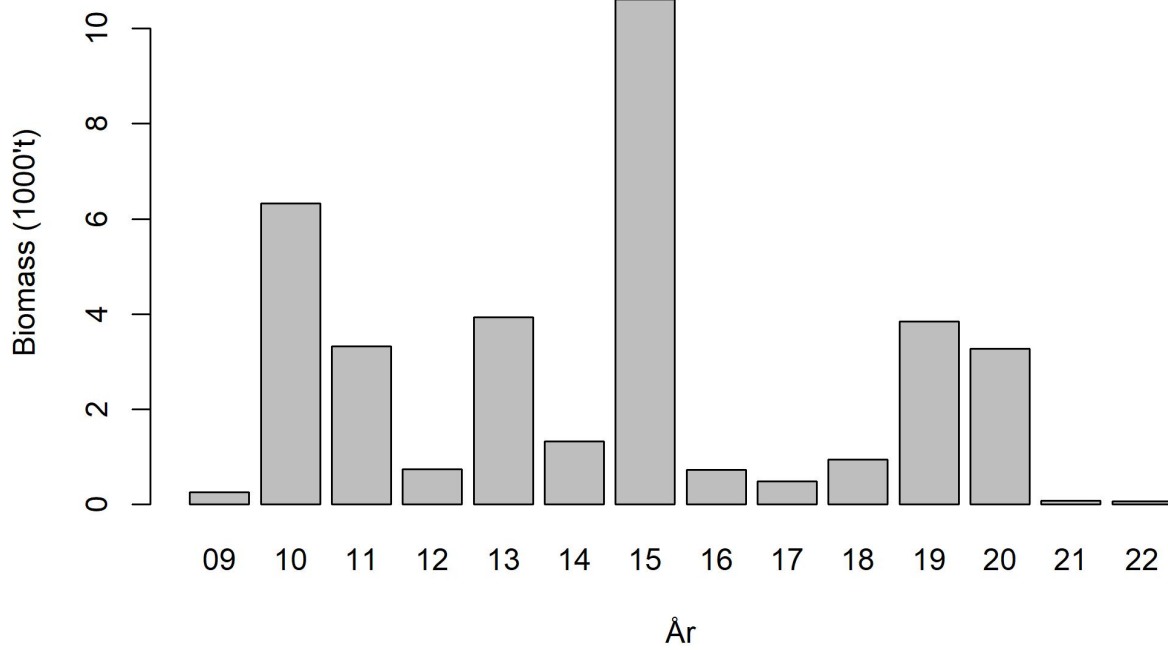
Rekrutteringen av 2021-årsklassen var i antall (Figur 13) og biomasse kun det niende høyeste estimatet i tidsserien, og omtrent 60% lavere enn gjennomsnittet i tidsserien for både antall og biomasse.



Figur 13. Estimert antall ettåringer med konfidensintervall (5-95%) per år for alle strata kombinert i forvaltningsområdene 1-4 i NØS (unntatt Nordgyden).

8.2 - Forvaltningsområde 5 - Vikingbanken

Mengden tobis i område 5 er kritisk lav. I år ble den akustiske dekningen gjennomført med FF «Kristine Bonnevie» grunnet lite toktid med FF «Johan Hjørt». Disse stimene ble analysert i LSSS på den samme måten som om bord FF «Johan Hjørt». Dessverre hadde ikke FF «Kristine Bonnevie» tobistrål eller tobisskraper så ingen biologisk prøvetaking ble gjort. Basert på stimenes utbredelse og akustisk frekvensrespons ble tobisstimer identifisert. Toktresultatet viser at bestanden på Vikingbanken fremdeles er på et kritisk lavt nivå, og biomassen ble estimert til kun 70 tonn. Dette er var det laveste biomasseestimatet på Vikingbanken siden starten av tidsserien i 2009 (Figur 14).



Figur 14 Biomasseestimat på Vikingbanken i perioden 2009-2022.

9 - Diskusjon

I antall og biomasse er rekrutteringen av 2021-årsklassen langt under gjennomsnittet for tokttidsserien. Individvekten for disse er omtrent 9% høyere enn gjennomsnitt for perioden 2009-2022, og for de eldre aldersgruppene er individvektene omtrent middels. En middels rekruttering av 2020-årsklassen, en langt under middels rekruttering av 2021-årsklassen har i kombinasjonen med en stor totalfangst av tobis i 2020 og 2021 (ca. 380 000 tonn) og stort beitetrykk fra hyse og hvitting redusert mengden tobis vesentlig sammenlignet med de to foregående årene.

Bestanden er i en god tilstand i forvaltningsområdene 1-3, mens bestanden vurderes til å være kritisk lav i forvaltningsområde 4 og 5 (Engelsk Klondyke, AlbjørnLing, Nordgyden og Vikingbanken). Mageundersøkelser av tobis viser også en geografisk fordeling der individene i sør hadde mer dyreplankton i magen enn de lengre nord.

Mageprøver fra hyse, hvitting, torsk og knurr etc. under årets tokt viser at alle disse artene spiser mye tobis. Med store forekomster av hyse og hvitting på tobisfeltene skal man forvente et stort beitetrykk på tobisen, men nedgangen i mengde tobis er ikke større enn forventet fra 2021 til 2022 for totalbestanden. Det er kun på Engelsk Klondyke at mengde tobis er overraskende lav, og det er behov for å studere årsaken til den kraftige nedgangen på dette feltet.

Et spørsmål som kan belyses nå er hvor god treffsikkerheten var i forbindelse med det foreløpige rådet som ble gitt i februar 2022. Her ble det forsøkt å forutsi eller predikere hvor stor bestanden ville være i mai 2022. Den predikerte biomassen av to år og eldre tobis var på 204 000 tonn (Johnsen 2022) mens det ble estimert 220 000 tonn under toktet (Tabell 2). Dette gir en relativ prediksjonsfeil på -7 % som må betegnes som ganske god treffsikkerhet. Nå det gjelder ettåringer så ble det brukt en konservativ antagelse i prediksjonen (5. persentilen fra skrapetoktet i 2021, se Johnsen 2020) som en slags sikkerhetsbuffer, slik at dette egentlige ikke er et «best guess», men denne gav en predikert biomasse på 27 000 tonn. På toktet ble det observert en biomasse av ettåringer på 36 000 tonn, noe som også må sies å være i bra samsvar med prediksjonen som ble brukt som grunnlag i det foreløpige rådet.

10 - Takk

Havforskningsinstituttet brukte i år FF «Johan Hjort» under årets tobistoktet, og vi takker mannskapet for et godt arbeid. Tusen takk til Ronald Pedersen – han har vært en fabelaktig god tolker av akustiske registreringer på alle våre tobistokt. Tusen takk også til våre dyktige og engasjerte prøvetakere og instrumentpersonell.

11 - Referanser

Harbitz, A. 2019. *A zigzag survey design for continuous transect sampling with guaranteed equal coverage probability*. Fisheries Research 213:151-159.

Johnsen, E., Pedersen, R., & Ona, E. (2009). Size-dependent frequency response of sandeel schools. ICES Journal of Marine Science, 66(6), 1100-1105.

Johnsen, E., Totland, A., Skålevik, Å., Holmin, A. J., Dingsør, G. E., Fuglebakk, E., and Handegard, N. O. 2019. StoX: An open source software for marine survey analyses. Methods in Ecology and Evolution, 10(9), 1523-1528.

Johnsen, E. 2022. *Foreløpige råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone 2022*. Link <https://www.hi.no/resources/Forelopig-rad-for-tobisfiskeriet-i-norsk-okonomisk-sone-2022.pdf>

Korneliussen, R. J., Heggelund, Y., Macaulay, G. J., Patel, D., Johnsen, E., & Eliassen, I. K. (2016). Acoustic identification of marine species using a feature library. Methods in Oceanography, 17, 187-205.

12 - Vedlegg 1 - Forvaltningsområder versjon 2020

12.1 – 12.1 – Forvaltningsområde 1

12.1.1 - Underområde 1a. Inner Shoal sør.

Området sør for N56°40', vest for Ø004°36' og ellers avgrenset av norsk sektorlinje i sør og vest.

12.1.2 - Underområde 1c. Inner Shoal midt. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 1.

Området nord for N56°40' og sør for N56°44', vest for Ø004°36' og ellers avgrenset av norsk sektorlinje i sør og vest.

12.1.3 - 12.1.3 - Underområde 1b. Inner Shoal nord.

Området mellom N56°40' og N57°04', vest for Ø004°36' til norsk sektorlinje i vest.

12.2 – Forvaltningsområde 2

12.2.1 - 12.2.1 - Underområde 2a. Outer Shoal sør, Snurreplassen, Triangel.

Nordlige grense er N57°11'. Vest for Ø004°36' er sydlige grense N57°04', og øst for Ø004°36' er sydlige grense den norske sektorlinjen. Den østlige grensen er Ø005°18', og den norske sektorlinje er den vestlige grensen mellom N57°04' og N57°11'. Sør for N57°04' er den vestlige grensen Ø004°36'.

12.2.2 - 12.2.2 - Underområde 2c. Outer Shoal midt, Snuplassen. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 2.

Området nord for N57°11' og sør for N57°16', og mellom Ø005°18' og norsk sektorlinje i vest.

12.2.3 - Underområde 2b. Outer Shoal nord, Karusellen, Hardangerviden

Området nord for N57°16' og sør for N57°27', og mellom Ø005°18' og norsk sektorlinje i vest.

12.3 – 12.3 – Forvaltningsområde 3

12.3.1 - Underområde 3a. Vestbanken vest, Korridoren, Diana.

Området mellom følgende koordinater;

1. N56°40' (Ved sektorlinja); Ø005°18'
2. N57°27' ; Ø005°18'
3. N57°27' ; Ø005°50'

12.3.2 - Underområde 3c. Vestbanken sentral, Falittene. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 3.

Området mellom følgende koordinater;

1. N56°40' (Ved sektorlinja); Ø005°18'
2. N57°27' ; Ø005°50'
3. N57°27' ; Ø006°14'
4. N56°50,5' (Mot sektorlinje) ; Ø005°50'

12.3.3 - Underområde 3b; Vestbanken øst.

Området mellom følgende koordinater;

1. N56°50,5 ' (Mot sektorlinje); Ø005°50 '
2. N57°27 ' ; Ø006°14 '
3. N57°27'; Ø007°49,5' (Ved sektorlinja)

12.4 - 12.4 - Forvaltningsområde 4

12.4.1 - Underområde 4a. Albjørn og Engelsk Klondyke Sør.

Området mellom norsk sektorlinje i vest og Ø005°18 ' i øst og mellom N57°27 ' og N57°41 ' eksklusiv området mellom N57°38 ' og N57°41 ' , og Ø003°25 ' og Ø003°56 ' .

12.4.2 - Underområde 4b. Lingbanken, Kadaveret, Minefeltet, Østbanken og Engelsk Klondyke Nord.

Området mellom N57°41' og N58°15', og den norske sektorlinje i vest og Ø005°18' i øst inklusiv området mellom N57°38' og N57°41 ' , og Ø003°25 ' og Ø003°56 ' .

12.5 - 12.5 - Forvaltningsområde 5

12.5.1 - Underområde 5a. Vikingbanken sør.

Området mellom N60°00 og N60°20', og mellom norsk sektorlinje i vest og Ø003°10'.

12.5.2 - Underområde 5b. Vikingbanken nord.

Området mellom N60°25' og N60°40', og mellom norsk sektorlinje i vest og Ø003°10'.

12.5.3 - Underområde 5c. Vikingbanken sentralt. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 5.

Området mellom N60°20' og N60°25', og mellom norsk sektorlinje i vest og Ø003°10'.

13 - Vedlegg 2. Norwegian spatial management plan

The spatial management plan was tested in 2010 and fully implemented from 2011 (ICES 2010). The plan was modified in 2014 and in 2017 after national reviews, however, the main principles of the management plan have been constant since the beginning.

Current management plan and advice process

- The areas with known sandeel fishing grounds are divided into 5 areas (Figure 1) based on the differences in population developments, differences in recruitment and size at age.
- An area is closed for fishery unless the abundance of sandeel is relatively high in the area (biomass estimated from the acoustic survey). There is no agreed definition of “high abundance”, but no area has been open with bio-mass estimate has been less than 20000 tonnes.
- All areas are divided into sub-areas.
- If an area is open for fishery, one of the associated subareas is closed to prevent a total depletion of sandeel in the area. Typically, the closed subarea will be open the next year if fishing is allowed in the area.
- A preliminary stock assessment is carried out in January in the TAC year. IMR provides a conservative preliminary TAC advice, and a recommendation of which subareas that should be open. One TAC advice is given for all areas combined. The assessment, prediction and harvest rules are presented below.
- An in-season acoustic-trawl/dredge survey is carried out around 25 April – 15 May, which is used to estimate the abundance of age 1 and older sandeel. An updated assessment is carried out, and a final advice is presented no later than 15 May in the TAC year. The final TAC advice cannot be lower than the preliminary advice, and no open subareas can be closed. In other word, the TAC can only be adjusted upwards or stay the same, and closed subareas may be opened (see Table 2).
- To prevent fishing of lean individuals that have not started the growth the fishing season starts 15 April. The individual weight may increase up to 100% in a few weeks.
- To avoid too high percentage of juveniles (age 0) the fishery ends 23 June. Typically, the 5-9 cm small juveniles aggregates on the sandeel grounds in late June for settlement.
- If the number of sandeel < 10 cm comprise of more than 10% in a catch, the fishing ground is closed for seven days to prevent a fishery on 0-age fish. The fishing ground is re-open automatically after one week.

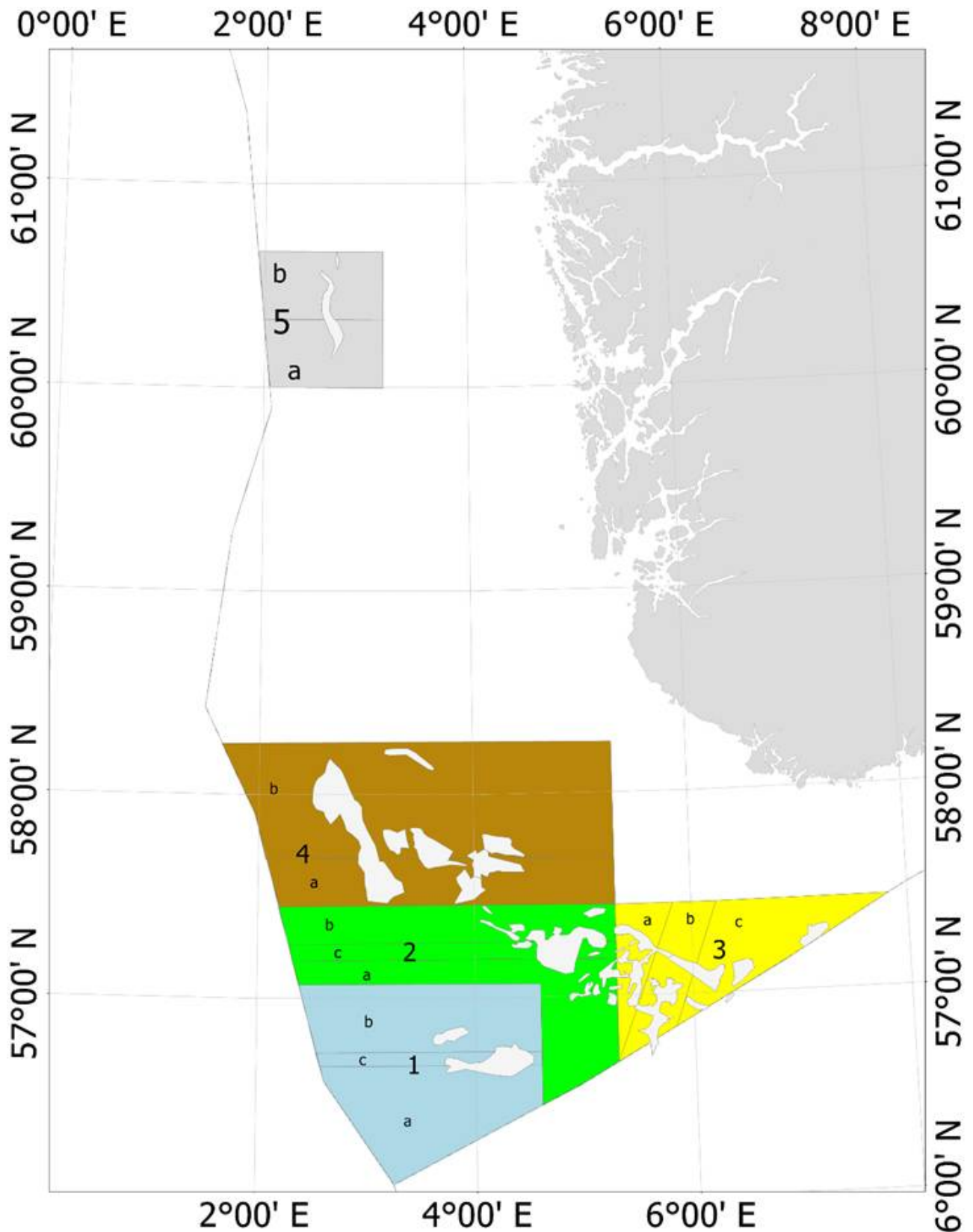


Figure A2.1. Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2017-2019. Historical important fishing grounds are depicted in light grey.

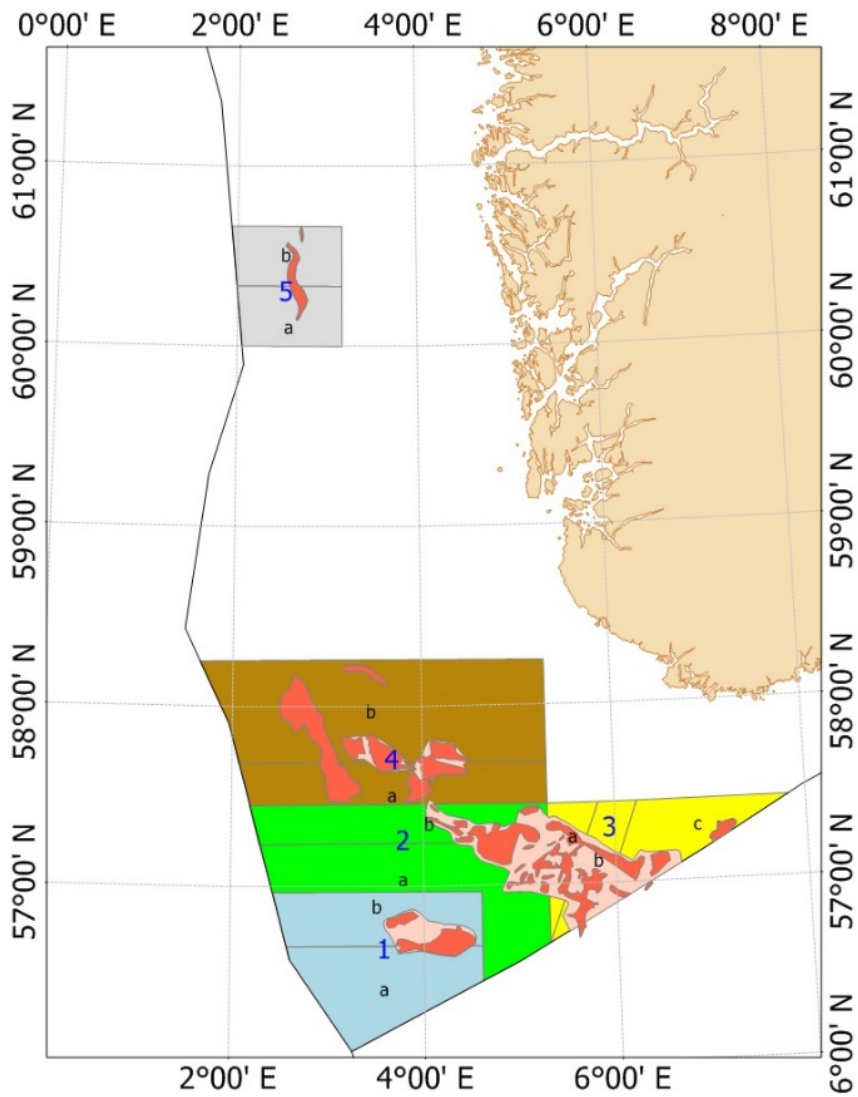


Figure A2.2 Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2014-2016. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.

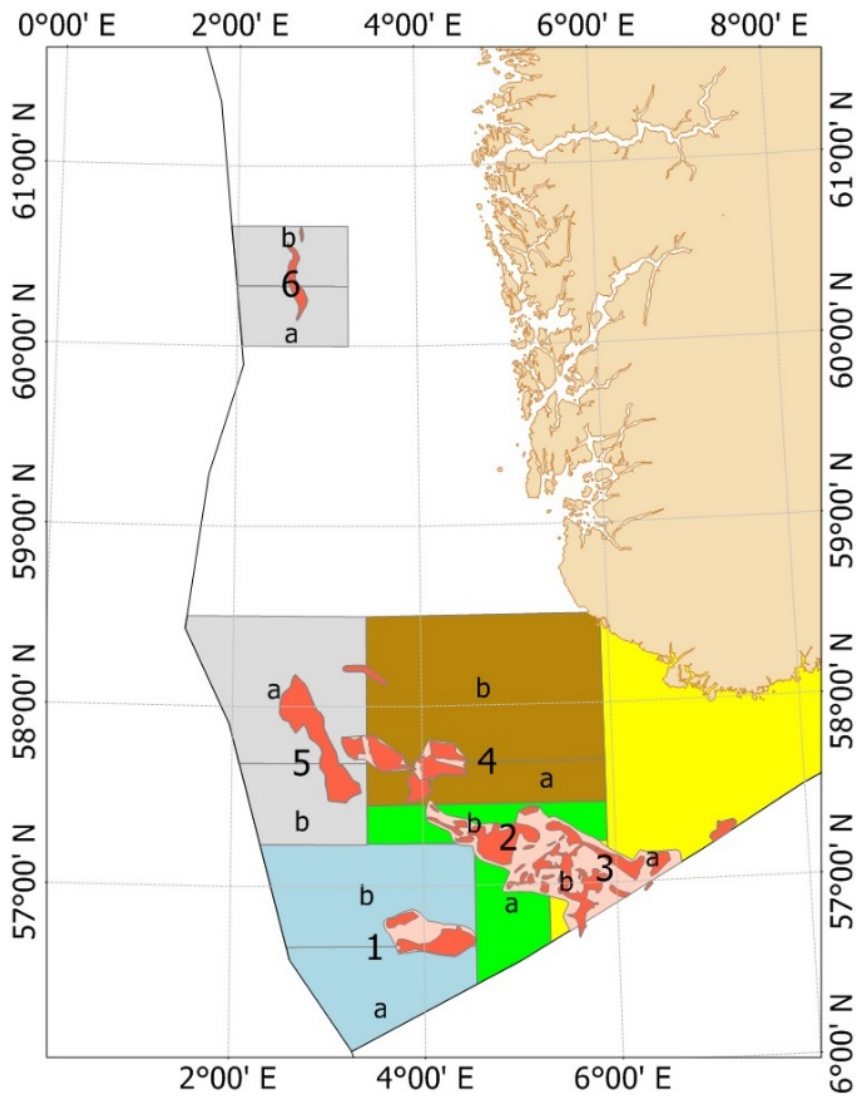


Figure A2.3 Map of the six Norwegian management areas in the North Sea for the period 2011-2013. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no